



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
ECUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

“Regeneración de una plantación de cacao fino de aroma, con la aplicación de una abonadura orgánica, podas de apertura y regeneración de plantas”

Tesis previa a la obtención del título de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Eduardo Esteban Gutiérrez Brito

Directora:

Ing. María Teresita Ramón Montoya. MSc.

Cuenca - Ecuador

2014



RESUMEN

El Ecuador produce cacao fino de aroma, reconocido como uno de los mejores cacaos del mundo y de mayor demanda por los países productores de chocolate. Las plantaciones de cacao en el país se encuentran en edad avanzada o en condiciones de abandono, con árboles poco productivos y de gran altura, dificultando las labores culturales, por lo que los productores rempazan esta variedad por el cacao híbrido CCN51.

El presente trabajo tiene como objetivo rehabilitar una plantación de caco fino de aroma mediante podas y abonadura orgánica.

La investigación se realizó en la plantación del cacao ubicada en la comunidad La Florida, del cantón Ponce Enríquez, provincia del Azuay; en una parcela de ciento cincuenta plantas de cacao, distanciadas a cuatro metros cada una. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los resultados fueron sometidos al Adeva, prueba de significancia de Duncan y comparaciones múltiples. Las variables evaluadas fueron rendimiento y sanidad.

Las plantas se sometieron a podas de apertura y de regeneración. Los tratamientos consistieron en aplicación de abonadura orgánica al suelo, en combinaciones de bocashi, cal, harina de rocas, roca fosfórica, y una mezcla de las tres; se utilizó un quintal de bocashi por planta y los demás ingredientes, tres kilos por planta.

Los resultados de la combinación bocashi más harina de rocas, fueron altamente significativos para peso de frutos y la combinación bocashi más cal fue altamente significativo para sanidad de frutos.

Palabras clave: Cacao, regeneración, bocashi, podas.



ABSTRACT

Ecuador produces fine aroma cacao, well recognized for its aroma and finest, as one of the best cacaos in the world and also the most demanded by the countries that produce chocolate. The plantations in Ecuador are in an old stage or they are deserted, with low productive trees that are very high and this difficult the cultural labors, that is why the producers replace this kind of hybrid cacao CCN51.

The main goal of this project is to rehab a plantation of fine aroma cacao, with prunes and organic fertilizer.

The Project was develop in a plantation called “La Florida”, located in Canton Ponce Enriquez from the Azuay province; in a plot of one hundred and fifty (150) cacao plants, with a distance of four meters between each one. I selected a block of the plantation with five different treatments and three repetitions. The results were analyzed by Adeva, Duncan test and multiple comparisons. The evaluation variables were the output and the sanitation.

The plants were prune and regenerate from the beginning of the process. The treatments for the plants consist on the application of organic fertilizer, which was a combination of: one sack of bocashi, and three kilos of: lime, rock powder and phosphoric rock on each plant.

The combination between: bocashi and rock powder help to the weight of the fruits; and the combination between: bocashi and lime help to the sanitation of the fruits.

Key words: cacao, regeneration, bocashi, prunes



ÍNDICE DE CONTENIDOS.

Resumen.....	1
Abstrac.....	2
Autoría.....	15
Autoría.....	16
Dedicatoria.....	17
Agradecimiento.....	18
Introducción.....	19
Justificación.....	20
Objetivo General.....	21
Objetivo Especifico.....	21
Hipótesis.....	21
Revisión de literatura.....	22
4.1 Generalidades.....	22
4.2 Taxonomía.....	23
4.3 Descripción botánica.....	23
4.3.1 Raíz.....	23
4.3.2 Tallo y ramas.....	24
4.3.3 Hojas.....	24
4.3.4 Flores.....	25
4.3.5 Frutos.....	25
4.3.6 Semillas.....	25



4.4 Plagas y enfermedades.....	26
4.4.1 Moniliasis (<i>Monilia roseri</i>).....	26
4.4.1.1 Introducción.....	26
4.4.1.2 Taxonomía.....	27
4.4.1.3 Importancia.....	27
4.4.2 Escoba de bruja (<i>Crinipellis perniciosus</i>).....	28
4.4.2.1 Introducción.....	28
4.4.2.2 Taxonomía.....	29
4.4.2.3 Importancia.....	29
4.5 Podas de cacao.....	30
4.5.1 Sombra del cultivo de cacao.....	30
4.5.2 Influencia de las fases lunares en la poda.....	31
4.5.3 Podas de rehabilitación.....	32
4.5.3.1 Podas de rehabilitación por descope.....	32
4.5.3.2 Podas de rehabilitación por recepa.....	32
4.6 Fertilización de cacao.....	33
4.6.1 Abonos orgánicos fermentados.....	35
4.6.1.1 Carbón vegetal.....	37
4.6.1.2 Estiércoles (abono de chivo).....	38
4.6.1.3 Cascarilla de arroz.....	39
4.6.1.4 Pulidura de maíz – salvado de arroz.....	40
4.6.1.5 Melaza de caña.....	41
4.6.1.6 Levadura de pan.....	42



4.6.1.7 Tierra de campo del lugar.....	43
4.6.1.8 El agua.....	44
4.6.2 Cal agrícola.....	47
4.6.3 Roca fosfórica.....	48
4.6.4 Harina de rocas.....	50
V. Materiales y métodos.....	56
5.1 Materiales.....	56
5.1.1 Materiales físicos.....	56
5.1.2 Materiales biológicos.....	57
5.1.3 Materiales químicos.....	57
5.2 Metodología.....	58
5.2.1 Descripción del recinto La Florida.....	58
5.2.2 Modelo del análisis estadístico.....	60
5.2.3 Descripción del suelo.....	61
5.2.4 Tiempo de estudio.....	62
5.2.5 Instalación del ensayo.....	62
5.2.5.1 Labores culturales.....	64
5.2.5.2 Metodología para la preparación del abono tipo bocashi.....	65
5.2.5.3 Metodología para realizar las podas de apertura y regeneración de plantas.....	73
5.2.5.4 Toma y registro de datos.....	75



5.3 Vinculación con la comunidad.....	76
VI. Resultados y discusión.....	78
6.1 Diagnóstico de la plantación.....	78
6.2 Análisis físicos y químicos del suelo.....	89
6.3 Análisis estadístico.....	98
6.3.1 Resultados obtenidos del ADEVA en la variable total frutos enfermos.....	98
6.3.2 Resultados obtenidos del ADEVA en la variable total peso de frutos sanos.....	101
6.4 Resultados del análisis económico.....	103
VII. Conclusiones.....	109
VIII. Recomendaciones.....	111
IX. Bibliografía.....	113
X. Anexos.....	118



ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Contenido de agua, materia orgánica y los principales nutrientes en algunos materiales aptos como fuentes de abono según Benzing, A. 2001.....	46
Cuadro 2. Análisis de harinas de roca.....	52
Cuadro 3. ADEVA.....	60
Cuadro 4. Tratamientos, colores y cantidad de componentes.....	63
Cuadro 5. Distribución de los tratamientos en las repeticiones.....	64
Cuadro 6. Porcentaje de ingredientes en el óxido de calcio.....	70
Cuadro 7. Porcentaje de elementos químicos en la roca fosfórica.....	71
Cuadro 8. Porcentaje de elementos en la harina de rocas natural.....	73
Cuadro 9. Análisis físico del suelo al inicio del ensayo.....	89
Cuadro 10. Análisis químico de suelo al inicio del ensayo.....	89
Cuadro 11. Análisis químico del suelo en el tratamiento 1 - bocashi más cal agrícola al final del ensayo.....	90
Cuadro 12. Análisis químico del suelo en el tratamiento 2 - bocashi más roca fosfórica al final del ensayo.....	91
Cuadro 13. Análisis químico del suelo en el tratamiento 3 - bocashi más harina de roca al final del ensayo.....	92
Cuadro 14. Análisis químico del suelo en el tratamiento 4 - bocashi más cal agrícola, roca fosfórica y más harina de roca al final del ensayo.....	93



Cuadro 15. Fitosanidad de mazorcas a la cosecha, de valores evaluados en porcentaje y transformados a $2 \times \text{Sen}^{-1}(x)$	98
Cuadro 15.1. ADEVA de fitosanidad de mazorcas a la cosecha, de valores evaluados en porcentaje y transformados a $2 \times \text{Sen}^{-1}(x)$	98
Cuadro 16. Prueba de Duncan al 5% de la fitosanidad de mazorcas a la cosecha, valores evaluados en porcentaje y transformados a $2 \times \text{Sen}^{-1}(x)$	99
Cuadro 17. Producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a un tratamiento testigo.	101
Cuadro 17.1. ADEVA producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a un tratamiento testigo.	101
Cuadro 18. Prueba de Duncan al 5% de la producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a un tratamiento testigo.	102
Cuadro 19. Total de costos variables y fijos de tratamientos.	104
Cuadro 20. Beneficios netos para cada tratamiento.	105
Cuadro 21. Análisis de dominancia.	106
Cuadro 22. Hoja de registro.	120
Cuadro 23. Comparaciones de tratamientos con Duncan al 5% de fitosanidad de mazorcas a la cosecha, valores evaluados en porcentaje y transformados a $2 \times \text{Sen}^{-1}(x)$	123
Cuadro 24. Comparaciones de tratamientos con Duncan al 5% producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a un tratamiento testigo.	126



Cuadro 25. Cálculo de los costos variables.....	128
Cuadro 26. Total de rendimientos por hectárea.....	129



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Foto 1. Fruto infectado con <i>Monilia roseri</i>	26
Foto 2. Cherelles infectados por <i>Crinipellis perniciosus</i>	28
Foto 3. Saco de carbón vegetal.....	38
Foto 4. Saco de abono de chivo.....	39
Foto 5. Cascarilla de arroz.....	40
Foto 6. Sacos de pulidura de maíz.....	41
Foto 7. Melaza disuelta en agua.....	42
Foto 8. Levadura de pan disuelta en agua caliente.....	43
Foto 9. Tierra de campo.....	44
Foto 10. Fuente de agua continúa.....	45
Foto 11. Recinto La Florida situado en el cantón Camilo Ponce Enríquez.....	58
Foto 12. Mini calicata.....	61
Foto 13. Primera mezcla de tierra de campo y abono de chivo.....	66
Foto 14. Segunda mezcla tamo de arroz y chanca o molido de maíz.....	66
Foto 15. Mezcla con carbón vegetal.....	67
Foto 16. Aplicación de melaza.....	67
Foto 17. Aplicación de levadura de pan.....	68
Foto 18. Volteada del abono tipo bocashi.....	68
Foto 19. Abono terminado y tendido a 50 cm.....	69



Foto 20. Aplicación de bocashi con roca fosfórica.....	69
Foto 21. Aplicación de cal agrícola.....	70
Foto 22. Aplicación de roca fosfórica.....	71
Foto 23. Aplicación de harina de rocas.....	72
Foto 24. Aplicación de la mezcla de los 3 ingredientes.....	73
Foto 25. Planta realizada poda de regeneración.....	74
Foto 26. Planta realizada poda de regeneración.....	74
Foto 27. Ensayo después de poda.....	75
Foto 28. Recolección de información.....	76
Foto 29. Sociabilización con estudiantes.....	77
Foto 30. Charla sobre podas con estudiantes.....	77
Foto31. Vinculación con agricultores y amigos.....	77
Foto 32. Plantación de cacao abandonada.....	78
Foto 33. Árboles de gran altura y sombra excesiva.....	79
Foto 34. Frutos infectados con <i>Monilia roreri</i>	79
Foto 35. Chapeo de malezas en el ensayo.....	80
Foto 36. Planta desbrotada.....	81
Foto 37. Práctica de rollo o encallado de ramas.....	82
Foto 38. Herida pintada con pasta bordelés.....	83



Foto 39. Plantas coronadas y realizado el movimiento superficial de suelo.....	84
Foto 40. Rama infectada con escoba de bruja.....	84
Foto 41. Cherelle infectado con monilia.....	85
Foto 42. Limpieza de hierba del pajarito.....	85
Foto 43. Extracción de almendras de cacao.....	86
Foto 44. Plantación recuperada.....	86
Foto 45. Plantación recuperada.....	87
Foto 46. Plantación realizada podas de apertura y regeneración de plantas...	88
Foto 47. Frutos sanos de cacao fino de aroma.....	88



ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. pH y materia orgánica (MO) en los diferentes tratamientos.....	94
Gráfico 2. Valores de nitrógeno.....	95
Gráfico 3. Valores de fósforo.....	96
Gráfico 4. Valores de potasio.....	97
Gráfico 5. Fitosanidad en % de las mazorcas a la cosecha.....	100
Gráfico 6. Producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a una tratamiento testigo.....	103
Gráfico 7. Curva marginal.....	107
Gráfico 8. Gráfico de precipitación del último año en la estación “Naranjal”...	119



ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 1. Datos de la precipitación en la estación Naranjal.....	119
Anexo 2. Hoja de recolección en la toma de datos a la cosecha.....	120
Anexo 3. Cálculos del ADEVA de fitosanidad de mazorcas a la cosecha, valores evaluados en porcentaje y transformados a $2 \times \text{Sen}^{-1}(x)$	121
Anexo 4. Cálculos de la prueba de Duncan al 5% de fitosanidad de mazorcas a la cosecha, valores evaluados en porcentaje y transformados a $2 \times \text{Sen}^{-1}(x)$	122
Anexo 5. Cálculos del Adeva de la producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a un tratamiento testigo.....	123
Anexo 6. Cálculos de la prueba de Duncan al 5% de la producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a un tratamiento testigo.....	125
Anexo 7. Análisis económico del cálculo total de costos variables.....	127
Anexo 8. Rendimientos por hectárea de cada tratamiento.....	128
Anexo 9. Análisis de suelo.....	129



Yo, **EDUARDO ESTEBAN GUTIÉRREZ BRITO**, autor de la tesis **“REGENERACIÓN DE UNA PLANTACIÓN DE CACAO FINO DE AROMA, CON LA APLICACIÓN DE UNA ABONADURA ORGÁNICA, PODAS DE APERTURA Y REGENERACIÓN DE PLANTAS”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cuenca, enero 2014

Eduardo Esteban Gutiérrez Brito

0104792429



Yo, **EDUARDO ESTEBAN GUTIÉRREZ BRITO**, autor de la tesis **“REGENERACIÓN DE UNA PLANTACIÓN DE CACAO FINO DE AROMA, CON LA APLICACIÓN DE UNA ABONADURA ORGÁNICA, PODAS DE APERTURA Y REGENERACIÓN DE PLANTAS”**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **INGENIERO AGRÓNOMO**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, enero 2014

Eduardo Esteban Gutiérrez Brito

0104792429



DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres, porque creyeron en mí, con sus ejemplos dignos de superación y entrega hoy puedo ver alcanzada mi meta al haber terminado con éxito mi carrera profesional.

A mis hermanas y primos que supieron brindarme su apoyo, confianza y consejos oportunos así como su ejemplo.

A mis amigos los cuales durante el tiempo de estudiante inculcaron en mí el equilibrio necesario para poder concluir mis estudios.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida y a la Virgen Dolorosa por cuidarme bajo su manto.

A mis maestros por brindarme sus conocimientos, consejos y enseñanzas para poder ser un hombre de bien en beneficio de mi familia y de la sociedad.

Un agradecimiento muy especial a la Ingeniera Agrónoma María Teresita Ramón, quien durante todo este tiempo fue una guía sólida en el desarrollo y consecución de este trabajo de investigación.

Finalmente un agradecimiento sincero a: Orlando Otavalo, Kelvin Palacios, Mauricio Palacios, Iván Sicha, Ronald Samaniego, Edgar Otavalo, Omar Samaniego y Davis Aragundi, por enseñarme sus conocimientos agronómicos a través de su experiencia en el campo y su invalorable amistad.



INTRODUCCIÓN

El Ecuador produce el cacao de altura o cacao fino de aroma, reconocido como uno de los mejores cacaos del mundo y de mayor demanda por los países productores de chocolate, otra ventaja es que posee la almendra más grande y de mayor peso que el resto de variedades cultivadas.

Las plantaciones de cacao nacional o cacao fino de aroma en el país, se encuentran en edad avanzada o en condiciones de abandono, árboles poco productivos, la gran altura de los árboles dificulta las labores culturales, junto con la falta de tecnologías de manejo y recuperación de las plantaciones, son factores que inciden para que los pequeños y medianos productores de cacao nacional reemplacen esta variedad por el cacao híbrido CCN51.

Siendo el cacao de altura endémico del Ecuador y uno de los lujos del mundo por su sabor incomparable al momento de procesarlo en chocolate, no puede desaparecer o ser reemplazadas sus plantaciones por una variedad introducida que no tiene el mismo valor genético que nuestro cacao.

Organismos estatales como el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), el Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP) y algunas universidades están investigando temas afines al de regeneración de plantaciones de cacao fino de aroma.



JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador hay sembradas aproximadamente 327.000 hectáreas de cacao, con una producción de 3 qq/ha/año. La variedad nacional es la más común y apetecida por los productores de chocolate, con un total de 50,000 hectáreas, Ecuador vende el 62% de cacao fino y de aroma del planeta en almendra, sin embargo, por la presencia masiva de enfermedades indujo a que, hace 100 años se introdujera, en grandes cantidades, un cacao extranjero, proveniente particularmente de Venezuela. (ANECACAO, 2012)

Enfermedades como el mal de machete, escoba de bruja, moniliasis, y mazorca negra; plantas parasitas como la hierba del pajarito, el deterioro progresivo de los suelos por las incorrectas técnicas de preparación y manejo de suelos y el uso excesivo de agroquímicos, asociados a los bajos precios del grano, el desequilibrio entre la oferta y la demanda, el incremento de los costos de producción, y la falta de crédito, han dado como resultado que las plantaciones de cacao fino de aroma o de altura sean abandonadas y/o remplazadas por el híbrido CCN51, utilizado en la industria de la cosmetología.

En esta investigación se presenta la experiencia en una plantación de cacao nacional fino de aroma, manejada tradicionalmente y en condiciones de abandono, en la cual se aplicó prácticas que permiten renovar el tejido productivo y reducir la altura de las plantas de cacao, aumentar el período productivo de las plantaciones tradicionales y disminuir la incidencia de enfermedades endémicas con la aplicación de podas de apertura y regeneración de plantas; y una abonadura orgánica equilibrada que aporta al suelo nutrientes, sin alterar o dañar la textura y mejorando la estructura del suelo.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Recuperar una plantación de cacao fino de aroma, con la aplicación de abonos orgánicos; podas de apertura y regeneración de plantas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recuperar plantaciones de cacao fino de aroma, con la aplicación de una abonadura orgánica que incremente la producción.
- Realizar podas de regeneración de plantas y apertura para incrementar la luminosidad, circulación de oxígeno para reducir enfermedades propias del cultivo.
- Realizar talleres con la comunidad exponiendo los resultados y conocimientos adquiridos.

HIPÓTESIS

H_a: Hipótesis alternativa: Un manejo agronómico para recuperación y la aplicación de una abonadura orgánica, incrementa la producción y mejora la fitosanidad del cultivo.



REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Generalidades

El cacao es una planta originaria de América, encontrada de manera natural en las áreas de bosques. Nuestros antepasados utilizaron el cacao para preparar bebidas, dulces y principalmente como dinero (trueque) con el que se podía comprar otros productos; esto hizo que aumentara la necesidad de tener más producto y dio inicio al cultivo de cacao en plantaciones cuidadas por el hombre (Phillips, W. et al. 2009).

Vargas, E. (2010), indica que las plantaciones de cacao son cultivos perennes, perteneciente a la familia Esterculiácea, cuya principal característica es la producción de flores y frutos en el tallo y ramas; es además, un cultivo que crece y produce en forma adecuada cuando está protegido por la sombra de árboles de otras especies.

Tradicionalmente se sostenía su punto de origen en México, Guatemala y Honduras. Su uso está registrado aproximadamente hace 2,000 años antes de Cristo. No obstante, estudios recientes demuestran que la variedad ***Theobroma cacao*** tiene origen en la alta Amazonía (Zamora Chinchipe) y que ha sido utilizada en la región por más de 5,000 años (ANECACAO, 2012).

Navarro, M. y Mendoza, I. (2006), señalan que el país cultiva alrededor de 50,000 hectáreas de cacao nacional fino de aroma, siendo uno de sus principales cultivos y uno de los más importantes, ya que es un producto de exportación apetecido en otros países.

Navarro, M. y Mendoza, I. (2006), citan que el cacao forma parte de nuestra identidad, cultura y la sabiduría que hemos heredado de nuestros antepasados, por lo que cultivarlo nos une a ellos y fortalece nuestro orgullo de tener sangre indígena.



4.2. Taxonomía

Reino: Plantae.

Subreino: Tracheobionta.

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Malvales.

Familia: Esterculiáceas.

Género: *Theobroma*.

Especie: *Theobroma cacao* L.

(Rivas, K. 2012).

4.3 Descripción botánica

4.3.1 Raíz

Según Enríquez, G. (1986), el árbol de cacao tiene una raíz principal o pivotante que puede crecer normalmente entre 1,20 m a 1,50 m, y ocasionalmente puede alcanzar hasta 2 m, dependiendo del tipo suelo y otros factores edáficos.

Desde el cuello de la raíz, en los primeros 20-25 cm se desarrollan gran cantidad de raíces laterales o secundarias que dan lugar a otras terciarias, siendo estas la mayoría con un porcentaje que oscila entre 85 al 90%, ubicadas alrededor del árbol, llegando a cubrir aproximadamente el área de la copa. Casi todas las raicillas se encuentran en la parte superior, en contacto con el mantillo que cubre naturalmente el suelo (Enríquez, G. 1986).



4.3.2. Tallo y ramas

Las ramas del árbol de cacao, al igual que las otras especies de *Theobroma*, son dimórficas, unas crecen verticalmente hacia arriba y las otras oblicuamente hacia afuera.

El cacao criollo frecuentemente produce de 3 a 5 ramas laterales en la horqueta, las que muestran un espacio bien marcado entre sus puntos de origen, el árbol, al llegar a su estado adulto, forma un solo anillo en la base de las ramas laterales.

Las ramas laterales forman un ángulo de 45° en relación al tallo principal, normalmente forma un chupón o un nuevo tallo, un poco más abajo de la orqueta, el que a su debido tiempo forma un segundo verticilo de ramas laterales, proceso que generalmente se repite hasta formar una tercera y hasta una cuarta horqueta (Hardy, F. 1962).

Los troncos o tallos en la parte inferior de la horqueta solo producen chupones, los que morfológicamente son similares a los tallos; en la base de los chupones hay un primordio radical que puede convertirse en raíz primaria o pivotante cuando el punto de salida del chupón está cerca del suelo o musgos húmedos (Hardy, F. 1962).

4.3.3 Hojas

Las hojas son grandes, alternas, colgantes, elípticas u oblongas, de 20 a 40 cm de largo por 4 a 15 cm de ancho, de punta larga, ligeramente gruesas, margen liso, verde oscuro en el haz y más pálido en el envés, cuelgan de un pecíolo (CONABIO. 2008).



4.3.4 Flores

Las flores son como pequeñas orquídeas, aunque se distinguen claramente de ellas por la repetición del número cinco en su estructura floral: cinco sépalos, cinco pétalos blancos o rosas, cinco estambres estériles y cinco fértiles, y el ovario con sus cinco divisiones frutales, situados arriba y coronado por estigmas.

Las flores son pequeñas y de color rosáceo, crecen formando densas inflorescencias directamente del tronco y de las ramas principales, sobre unas pequeñas almohadillas. Después de la polinización, las flores tardan aproximadamente unos cinco meses en desarrollar las vainas del cacao (Bombones, chocolates artesanales. 2013).

4.3.5 Frutos

El fruto del árbol del cacao tiene una cáscara dura, es alargado, botánicamente es una baya, con relieves simétricos y longitudinales; una de sus particularidades es que brota directamente del tronco del árbol o de sus ramas más viejas, y por lo general contiene de veinte a cuarenta y a veces hasta cincuenta semillas por mazorca (Kalvatchev, Z. Garzaro, D. y Guerra, F. 1998).

Como las mazorcas maduras no se abren para esparcir las semillas, ni se desprenden del árbol, y probablemente las semillas mueren cuando la mazorca se pudre, la diseminación natural solo se puede hacer por monos, ardillas o ratas que abren la mazorca, chupan la semilla y la dejan caer al suelo (Rimache, M. 2008).

4.3.6. Semillas

La fruta de cacao contiene entre 30 a 50 semillas o almendras. Las semillas de cacao germinan rápidamente al llegar a la madurez, cuando pierde el mucílago



que las recubre, el mismo que posee sustancias inhibidoras del proceso de germinación. Las semillas de cacao nacional son cuerpos aplanados elipsoidales, de 2 a 4 cm de largo, germina en forma epigea, a los 3 a 7 días de la siembra y extraídas de la mazorca (Enríquez, G. y Paredes, A. 1989).

La forma de la semilla también varía mucho, hay ovoides, triangulares, alargadas o redondeadas, gruesas y chatas o aplanadas; estos caracteres están altamente relacionados con el clima y el número de semillas por cada fruto.

4.4 Plagas y enfermedades

4.4.1 Moniliasis



Foto 1. Fruto infectado con *Monilia royeri*.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013)

4.4.1.1 Introducción

Amores, F. (2013), indica que la moniliasis es una enfermedad fungosa que destruye total o parcialmente las mazorcas de cacao, sin infectar otras partes de la planta; los frutos en desarrollo (cherelles), de 10 a 12 semanas de edad, se infectan con más facilidad que los frutos de mayor edad, que son menos



vulnerables, si llegan a infectarse, la enfermedad se queda en la cáscara, sin alcanzar las almendras.

4.4.1.2 Taxonomía

Clase: Deuteromycetes

Orden: Hyphales

Familia: Moniliaceae

Género: *Monilia*

Especie: *Monilia roreri*.

(Suárez, C. y Delgado, J. 1993).

4.4.1.3 Importancia

Amores, F. (2013), señala que, la enfermedad conocida como “monilliasis” (Colombia, Venezuela y Costa Rica) o simplemente “monilia” o “monilla” (Ecuador), es probablemente la enfermedad con mayor incidencia en el cultivo del cacao, ocasionando pérdidas entre el 50 y 80 % de la producción anual, dependiendo de las condiciones medio ambientales prevalentes.

La monilliasis se propaga mediante esporas que el hongo produce y que infectan los frutos jóvenes al ponerse en contacto con ellas. Las mayores pérdidas por la enfermedad ocurren en el primer semestre del año, el período de abril-junio es el de mayor pérdida de mazorcas por monilliasis. Los cherelles se infectan en gran cantidad en el periodo de enero-marzo, el avance de la infección es lento pero inexorable y no hay ninguna cura.

Las pérdidas varían de una localidad a otra, según la intensidad de las lluvias, y la alternancia con días secos, haciendo que en ocasiones se registren pérdidas del 95 % de la cosecha, como se reporta en la provincia de Esmeraldas, Ecuador (Amores, F. 2013).



4.4.2 Escoba de Bruja



Foto 2. Cherelles infectados por *Crinipellis perniciosus*

Fuente: Gutiérrez E. (2013)

4.4.2.1 Introducción

Escoba de bruja, es una de las principales enfermedades del cacao, causa importantes descensos en la producción, avanza rápidamente y tiene carácter destructivo. Es causada por el hongo *Crinipellis perniciosus*, se caracteriza por la proliferación de yemas apicales y axilares en las ramas de cacao.

Bajo condiciones naturales la escoba de bruja afecta a los brotes nuevos, hojas, flores y frutos del cacao, estas partes empiezan a agrandarse, se hacen más gruesas en vez de hacerse más largas como es normal (Porrás, V. y Sánchez, J. 1991).



4.4.2.2 Taxonomía

Reino: Fungi

División: Mycota

Clase: Basidiomycetes

Orden: Agaricales

Genero: Crinipellis

Especie: Crinipellis perniciosus

Nombre Científico: Crinipellis perniciosus (Stahel) Singer.

(Agrios G. 1997).

4.4.2.3 Importancia

La enfermedad escoba de bruja, llamada así por los múltiples brotes que provoca, fue inicialmente registrada de manera oficial en Surinam en 1895. Parra, D., Contreras, I. y Pineda, J. (2008), citan que las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad han sido registradas en diversos países. En Surinam, desde su aparición hubo un descenso de 44,66% de la producción.

En Ecuador, la producción descendió 40% en cinco años, a partir de su aparición en el año 1917. En Trinidad, la pérdida promedio en la cosecha de 1936-1937, fue de 37,5%. Para el año 1989 se presentó por primera vez en el estado de Bahía, Brasil, disminuyendo 60% los rendimientos desde 1990 a 1994. Las pérdidas pueden alcanzar hasta un 70 % de la producción.

La enfermedad no causa la muerte de los árboles, excepto de las plantas jóvenes, las que pueden morir por consecuencia de la destrucción de sus puntos de crecimiento. El grado de severidad varía de acuerdo con las condiciones de clima, presión de inóculo, tipo de cacao y manejo general de la plantación (Porras, V. y Sánchez, J. 1991).



4.5 Podas de cacao

4.5.1 Sombra del cultivo de cacao

Por mi experiencia en el cultivo la sombra excesiva, la humedad relativa alta y la falta de ventilación favorecen el desarrollo de enfermedades del cacao (moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra), el entrecruzamiento de ramas, la gran cantidad de hojarasca que se encuentra en la parte aérea del árbol, la poca entrada de luz y mayor humedad, son condiciones que se presentan cuando los árboles de cacao no son podados, son abandonados y no se les da un manejo agronómico constante y de calidad, lo que provoca sombra excesiva, disminución de oxígeno y muy poca circulación de aire por el cultivo. Lo mismo ocurre cuando los árboles de sombra están mal ubicados y cuando existen malezas muy altas de tipo herbáceo y semileñoso, las cuales dificultan la circulación del aire y aumentan la humedad.

Valdés, H. (1998), recomienda que cuando la plantación está muy alta, vieja o en condiciones de abandono, se realice podas fuertes, dejando al árbol de 3 a 4 metros de altura, eliminando ramas bajas y entrecruzadas, regulando el nivel de sombra con un raleo, cortando las ramas bajas, malformadas y entrecruzadas con otros árboles, lo que dará más entrada de luz, mayor circulación de aire y disminuirá la humedad; la deschuponada es básica cuando están jóvenes.

Para Amores, F. (2013), el ingreso de la radiación solar no solo seca los frutos afectados por hongos, sino, además, es un desinfectante natural que actúa a través de radiación ultravioleta, destruyendo gran cantidad las esporas.

Primavesi, A. (1982), señala que está demostrado que el cacao responde mejor a un 40% o 50% de luz, y además, que el ataque de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cacao es mucho más intenso en plantaciones



con exceso de sombra que en plantaciones sin sombra, por lo que labor cultural debe realizarse por lo menos una vez al año.

El suelo sombreado conserva su bioestructura favorable y por lo tanto, es capaz de mantener a las plantas con más vigor; sin embargo, las plantas de café, té-de-la-india y cacao, en suelos agotados reaccionan muy poco a la fertilización cuando están sombreados en un 100% (Primavesi, A. 1982).

4.5.2 Influencia de las fases lunares en la poda

La fase lunar tiene su influencia sobre el movimiento de la savia en la planta, como se describe a continuación:

En luna nueva, la savia se concentra en la raíz de la planta.

En luna creciente, la savia empieza a subir a la parte aérea de la planta.

En luna llena, la savia llega en su totalidad a la parte aérea de la planta.

En luna menguante, la savia desciende hacia la raíz.

En luna nueva, donde se origina el cambio de las fuerzas lunares de abajo hacia arriba, es un buen momento de podar para que la planta tenga una buena regeneración bajo la influencia de la luna creciente.

En luna creciente no es recomendable la labor de poda, ya que en esta fase la savia está subiendo a la parte aérea.

En luna llena la savia está en la parte aérea de la planta, la poda no es aconsejable por la pérdida de nutrientes, se ocasionaría un gran debilitamiento del árbol. (Cushunchic, M. 2010).

En luna menguante, es la mejor fase para las podas ya que la savia desciende hacia la raíz y hace que las plantas se fortalezcan y el suelo absorbe más agua y nutrientes (Cushunchic, M. 2010).



4.5.3 Podas de rehabilitación

La poda de rehabilitación se realiza normalmente en árboles improductivos o en aquellos que por abandono y descuido en labores agronómicas del cultivo, hacen difícil su manejo por la gran altura, con ramas entrecruzadas y hojarasca en las copas de los árboles por la presencia de hierba del pajarito, ocasionando demasiada sombra y poca circulación de aire, incrementando la humedad y creando un ambiente propicio para las enfermedades del cultivo. (Quiroz, J. y Amores, F. 2012).

Las podas de rehabilitación se las debe hacer en los meses de junio a septiembre, de esta manera los brotes nuevos crecerán en la época seca y se evitará el ataque de escoba de bruja. Las podas pueden ser de dos tipos, descope y recepa: (Quiroz, J. y Amores, F. 2012).

4.5.3.1 Podas de rehabilitación por descope

Esta práctica consiste en hacer una poda fuerte en la copa del árbol, bajando su altura a unos 4 – 5 metros y eliminando ramas enfermas o entrecruzadas que aumentan la sombra del cultivo, permitiendo posteriormente la formación de nuevos brotes, los cuales serán seleccionados, dejando brotación de tipo horizontal (plagio trópica), que en el futuro se constituyan en ramas, obteniendo una copa renovada (Quiroz, J. y Amores, F. 2012).

4.5.3.2 Podas de rehabilitación por recepa

Llamada también poda fuerte o recepa, consiste en la eliminación casi total del tronco, siendo objetivo de la recepa estimular el brote de los chupones basales; uno de los cuales se seleccionará y recibirá luego las podas de formación y mantenimiento. Si el chupón seleccionado, brota muy cerca del suelo, se le arrima tierra para que emita sus propias raíces y así renovará el árbol. (Vargas, E. 2010).



Se debe seguir estos criterios para que la poda por recepa sea exitosa:

- En árboles de más de 35 – 40 años, la altura de corte estará en función de su estado; se pueden utilizar alturas que fluctúen entre 0.30 – 2 m sobre el nivel del suelo, los que preferiblemente deben emitir brotes de tipo ortotrópico o chupón (molinillo).
- Árboles con menos de 25 años en condiciones aceptables pero que por falta de manejo no están produciendo adecuadamente, deben ser cortados a 2 m de altura. Se debe considerar que cada árbol es un individuo diferente y por lo tanto su manejo también es diferente (Quiroz, J. y Amores, F. 2012).

4.6 Fertilización de cacao

Primavesi, A. (1982), cita “la planta es el eslabón que existe entre la materia muerta, los minerales, los animales y el hombre y solamente ella es capaz de utilizar la energía solar para sus procesos bioquímicos. Si no existiría la planta no habría vida. El mineral que la planta retira del suelo y transforma en sustancias orgánicas vuelve a ser mineral, formando parte del suelo, en un ciclo misterioso de vida y muerte, esto nos debe recordar que nuestro cuerpo está constituido de minerales provenientes de la tierra y que volverá a ella, es por eso que los pueblos prosperan mientras sus tierras son fértiles, y desaparecen cuando sus tierras decaen, ¡Tierras buenas, pueblos dinámicos; tierras agotadas, pueblos indolentes y enfermos!”, sosteniendo que la nutrición de una planta está ligada al buen o mal estado del suelo, siendo un factor muy importante en la producción del cacao.

La fertilización del cacao en una plantación manejada convencionalmente tiene resultados inmediatos, presentando picos de producción; pero el agricultor se vuelve dependiente de los fertilizantes químicos y la agricultura del veneno, sin saber el daño que hace al suelo y a su salud; y en un plazo no tan largo, el incremento en costos de producción, ya que cada vez es



mayor la necesidad de fertilizantes que tienen que ser aplicados al suelo. Al tener un suelo dependiente de los químicos, obtenemos una planta que se vuelve débil al ataque de plagas y enfermedades, necesitando más agroquímicos para controlar y estabilizar la producción del cultivo, además de la lixiviación y acumulación de sales en plantaciones fertilizadas con N-P-K.

Por la experiencia de pequeños y medianos productores de la zona, el uso de la úrea en plantaciones de cacao da como resultado que los suelos se compacten y que la planta entre en estrés y no produzca.

Los suelos tropicales y sub tropicales no reaccionan favorablemente a las técnicas de los países de 4 estaciones, simplemente se vuelven improductivos y tienen que ser abandonados temporalmente. Normalmente se consideraba al suelo tropical como un suelo de clima templado, solo que más pobre y situado en clima más cálido. Los expertos en desarrollo agrícola no tuvieron en cuenta que son sistemas que funcionan de formas diferentes y que un ecosistema tropical nada tiene que ver con otro de clima templado (Primavesi, A. 1982).

El suelo en la agricultura orgánica es considerado y reconocido como un organismo vivo y como todo ser vivo, tiene una capacidad de carga biológica y de trabajo, si lo sobrecargamos morirá y dejará de ser una inversión de vida a plazo infinito. A pesar de que sostiene todas las formas de vida y es la fuente fundamental de alimentos, en la agricultura convencional sigue siendo tratado por los agrónomos y la agroindustria como una fábrica en la que las plantas y animales son considerados como simples máquinas de producción de alimentos, a un ritmo y velocidad industrial (Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2009).

Uno de los principios de la agricultura orgánica es ser un sistema orientado a fomentar la salud del agro-ecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto es necesario implementar actividades que conduzcan a estos fines, que tengan como principio la restitución de elementos minerales



y vivos y mantener la vitalidad del suelo donde se desarrollan las plantas (Cushunchic, M. 2010).

Restrepo, J. y Pinheiro, S. (2009), sostienen que las plantas no se nutren de materia orgánica, esta sirve para nutrir la vida del suelo, son los microorganismos los encargados de transformar la materia orgánica, actúan como una especie de cocineros que facilitan la comunicación y el intercambio de energía del suelo (mundo mineral) y la energía de la planta (mundo orgánico).

Sustituyendo abonos sintéticos como N-P-K y úrea, por abonos orgánicos fermentados que son fáciles de preparar, más completos y amigables con el medio ambiente, se obtendrá un suelo bien nutrido y una planta sana, con frutos más grandes, vigorosos y resistentes a enfermedades. Con cacaoteros y trabajadores del cultivo libres de agrotóxicos, gozosos de salud y con una memoria tradicional con cosechas de cacao que superen las expectativas y llenen los bolsillos.

4.6.1 Abonos orgánicos fermentados

Los abonos orgánicos fermentados tipo bocashi, son preparados en un proceso de semi-descomposición aerobia de residuos orgánicos, por medio de poblaciones de microorganismos que existen en los propios residuos en condiciones controladas y que producen un material parcialmente estable, de lenta descomposición y que son capaces de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir la tierra (Bejarano, C. y Restrepo, J. 2002).

Este conocimiento de agricultura orgánica no se limita a la producción y a cuidar del equilibrio de las plantas, este conocimiento va más allá, involucra al suelo, sus relaciones y participa dinámicamente de su mejoramiento y maduración para garantizar la nutrición permanente y la fertilidad de las plantas; los microorganismos del suelo representan el más completo y



complejo sistema digestivo para las plantas; además de prepararles el menú de la fertilidad equilibrada, son los encargados de digerir restos orgánicos, fabricar humus, sintetizar fertilizantes orgánicos, solubilizar elementos minerales y en muchos casos son capaces de desintoxicar el propio suelo y liberarlo de contaminaciones (Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2009).

Restrepo, J. (2007), señala que los abonos fermentados tienen una serie de ventajas o cualidades que son:

- No se forman gases tóxicos ni surgen malos olores debido a los controles que se realizan en cada etapa del proceso de la fermentación, evitando cualquier inicio de putrefacción.
- Su almacenamiento, transporte y disponibilidad de los materiales para elaborarlo, permiten prepararlo en pequeños o grandes volúmenes, de acuerdo con las condiciones económicas y a las necesidades de cada productor.
- Se pueden elaborar en la mayoría de los ambientes y climas donde se realicen actividades agropecuarias.
- Autorregulan “agentes patogénicos” en la tierra, por medio de la inoculación biológica natural, principalmente de bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, entre otros, en un período relativamente corto y a costos muy bajos.
- Por medio de la inoculación y reproducción de microorganismos nativos presentes en los suelos locales y levaduras, los materiales se transforman gradualmente en nutrientes de excelente calidad disponibles para la tierra, las plantas y la propia retroalimentación de la actividad biológica.
- El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fitohormonas y fito-reguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados.
- Los abonos orgánicos activan una serie de rizo-bacterias promotoras del crecimiento de las plantas y de bio-protección.



- No exige inversiones económicas muy altas en obras de infraestructura rural, los materiales con los que se elaboran son muy conocidos por los productores y fáciles de conseguir localmente.
- Finalmente, los agricultores podrán experimentar un proceso de conversión de una agricultura envenenada hacia una agricultura orgánica, en un tiempo que puede oscilar entre uno y tres años de trabajo permanente, más la creatividad de los campesinos, hace que se puedan variar las formulaciones o las recetas, haciéndolas más apropiadas a actividad agropecuaria o condición rural.

Los materiales o ingredientes utilizados para producir bocashi desempeñan una función específica en este proceso de vida, se lo explica a continuación:

4.6.1.1 Carbón vegetal

Mejora las características del suelo como su estructura, lo que facilita una mejor distribución de las raíces, la aireación y la absorción de humedad y calor (energía). Su alto grado de porosidad de la tierra, al mismo tiempo que funciona con el efecto tipo “esponja sólida”, que consiste en la acumulación de nutrientes útiles a las plantas, disminuyendo la pérdida y el lavado de éstos en la tierra.

Por otro lado, las partículas de carbón permiten una buena oxigenación del abono, de manera que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación, otra propiedad que posee este elemento es la de funcionar como un regulador térmico del sistema radicular de las plantas, haciéndolas más resistentes contra las bajas temperaturas nocturnas que se registran en algunas regiones y, finalmente, la descomposición total de este material en la tierra (Restrepo, J. 2007).



Foto 3. Saco de carbón vegetal.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013)

4.6.1.2 Estiércoles (Abono de chivo)

Es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración de los abonos orgánicos fermentados. Su aporte básico consiste en mejorar las características vitales y la fertilidad de la tierra con algunos nutrientes, principalmente fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, entre otros elementos.

Dependiendo de su origen, puede aportar inóculo microbiológico y otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales mejorarán las condiciones biológicas, químicas y físicas del terreno donde se aplicarán los abonos.

Algunos agricultores han venido experimentando con éxito la utilización de otros estiércoles de: conejos, caballos, ovejas, cabras, cerdos, vacas, codornices y patos (Restrepo, J. 2007).



Foto 4. Saco de abono de chivo.

Fuente: Gutiérrez E. (2013)

4.6.1.3 Cascarilla de arroz

Este ingrediente mejora las características físicas de la tierra y de los abonos orgánicos, facilitando la aireación, la absorción de humedad, incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo que estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas así como de su actividad simbiótica con la microbiología de la rizósfera.

Además es una fuente rica en silicio, lo que favorece a los vegetales, pues los hace más resistentes a los ataques de insectos y enfermedades; a largo plazo, se convierte en una fuente de humus. En la forma de cascarilla semi-calcinada o carbonizada, aporta principalmente silicio, fósforo, potasio y otros minerales en menor cantidad y ayuda a corregir la acidez de los suelos.

La cascarilla de arroz puede ocupar, en muchos casos, hasta un tercio del volumen total de los ingredientes de los abonos orgánicos (Restrepo, J. 2007)



Foto 5. Cascarilla de arroz.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013)

4.6.1.4 Pulidura de maíz/salvado de arroz

Es uno de los ingredientes que favorecen en alto grado la fermentación de los abonos, la cual se incrementa por la presencia de vitaminas complejas presentes en la pulidura o salvado, aporta activación hormonal, nitrógeno y es muy rica en otros nutrientes muy complejos, cuando sus carbohidratos se fermentan. Los minerales como fósforo, potasio, calcio y magnesio también están presentes. (Restrepo, J., 2007). Se puede reemplazar con chanca fina de maíz, afrecho de trigo, cebada o avena.



Foto 6. Sacos de pulidura de maíz.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013)

4.6.1.5 Melaza de caña

Es la principal fuente energética para la fermentación de los abonos orgánicos, favorece la multiplicación de la actividad microbiológica; es rica en potasio, calcio, fósforo y magnesio; y contiene micronutrientes, principalmente boro, zinc, manganeso y hierro.

Para lograr una aplicación homogénea de la melaza durante la elaboración de los abonos orgánicos fermentados, se recomienda diluirla en una parte del volumen del agua que se utilizará al inicio de la preparación de los abonos (Restrepo, J. 2007).



Foto 7. Melaza disuelta en agua.

Fuente: Gutiérrez E. (2013)

4.6.1.6 Levadura de pan

Este ingrediente constituye la principal fuente de inoculación microbiológica para la elaboración de los abonos orgánicos fermentados. Es el arranque o la semilla de la fermentación.

Se debe utilizar 500 gramos de levadura granulada para 10 sacos de abono fermentado tipo “bocashi”, al momento de su aplicación se la debe diluir en agua caliente y ser batida con un palo de madera o carrizo resistente, para que se disuelva con mayor rapidez (Restrepo, J. 2007)



Foto 8. Levadura de pan disuelta en agua caliente.

Fuente: Gutiérrez E. (2013)

4.6.1.7 Tierra de campo del lugar

Ocupa hasta la tercera parte del volumen total del abono que se desea elaborar. Entre otros aportes, tiene la función de darle una mayor homogeneidad física al abono y distribuir la humedad; aumenta el medio propicio para el desarrollo de la actividad microbiológica de los abonos.

Dependiendo de su origen, puede aportar variados tipos de arcillas, microorganismos inoculadores y otros elementos minerales indispensables al desarrollo normal de los vegetales. (Restrepo, J. 2007)



Foto 9. Tierra de campo.

Fuente: Gutiérrez E. (2013)

4.6.1.8 El agua

Tiene la finalidad de homogenizar la humedad de todos los ingredientes que componen el abono. Propicia las condiciones ideales para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica.

Tanto la falta como el exceso de humedad son perjudiciales para este abono orgánico fermentado. La humedad ideal del abono se va logrando gradualmente, en la medida que se incrementa poco a poco el agua a la mezcla. La forma más práctica de ir probando la humedad ideal es por medio de la prueba del puñado o puño, la cual consiste en tomar con la mano una cantidad de la mezcla y apretarla, de la cual no deberán salir gotas de agua entre los dedos y se deberá formar un terrón quebradizo en la mano (Restrepo, J. 2007).



Foto 10. Fuente de agua continúa.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013)

En principio casi todos los materiales orgánicos, a más de un gran número de enmiendas minerales pueden servir para la fertilización en la agricultura orgánica. Sin embargo, existen grandes diferencias en cuanto a su contenido de materias secas, orgánicas y nutrientes (Benzing, A., 2001).



Cuadro 1. Contenido de agua, materia orgánica y los principales nutrientes en algunos materiales aptos como fuentes de abono.

Material	Agua %MF	M.O.	Rel. C/N	N —	P %	K materia	Mg fresca	Ca —	S —
Excrementos									
Gallinaza	56	33	10	17	0,7	0,7	0,2	1,4	0,2
Heces de cerdo	80	18	15	0,5	0,6	0,2	0,1	0,3	Nd
Heces ovinas	64	32	15	0,8	0,1	0,6	0,1	0,2	Nd
Heces de caballo	71	25	15	0,6	0,12	0,4	0,08	0,2	Nd
Heces bovinas	77	20	15	0,4	0,1	0,5	0,09	0,3	Nd
Orina de cerdo	94	2,5	0,8	1,2	0,1	Nd	0,01	0,02	Nd
Orina ovina	87,5	8	0,8	Nd	nd	nd	nd	nd	Nd
Orina de caballo	89	7	0,8	Nd	nd	nd	nd	nd	Nd
Orina bovina	92,5	3	0,8	0,6	0,005	1	0,02	0,01	Nd
Estiércol con paja			20-30						
Desperdicios de camal									
Harina de sangre	Nd	60-70	3	10-14	0,65	0,7	Nd	nd	Nd
Cuernos, cascots molidos	Nd	65-75	Nd	12	nd	nd	nd	nd	Nd
Harina de hueso no calcinado	Nd	Nd	8	2-5	8-10	nd	nd	19-21	0,8
Plumas	Nd	75	Nd	10-20	nd	nd	nd	nd	Nd
Residuos vegetales									
Paja de trigo	Nd	Nd	50-100	0,4	0,04	0,7	nd	0,1	Nd
Paja de avena	Nd	Nd	50-100	0,5	0,1	1,6	nd	0,2	Nd
Hojas secas de maíz	Nd	Nd	50-60	1	0,07	1,9	nd	0,5	Nd
Tamo de leguminosas			15-50						
Follaje de papa	Nd	Nd	Nd	1,3	0,1	1,7		2,6	Nd

Fuente: Benzing, A. (2001).

MF= materia fresca, nd= no hay datos.

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida microbiana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes



del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera, ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos (Benzing, A. 2001).

Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra sino que mejoran su estructura, incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y en la salud de los campesinos, con un gran ahorro económico y sin dependencia de los agroquímicos. (Cushunchic, M. 2010).

Su uso es recomendable para toda clase de suelos, especialmente, para aquellos de bajo contenido en materias orgánicas, desgastados por efectos de la erosión y de la aplicación de fertilizantes sintéticos. La utilización de abonos orgánicos contribuye a regenerar suelos aptos para la agricultura y consecutivamente al incremento de la producción en los cultivos. (Cushunchic, M. 2010).

4.6.2 Cal agrícola

La cal agrícola es un producto natural de piedra calcárea triturada, molida y tamizada que se presenta en granulometría fina y homogénea, denominado químicamente carbonato de calcio y comúnmente conocido como óxido de calcio. Son carbonatos de alta pureza y contienen ciertos porcentajes de arcilla y sílice (Infoagro. 2012). El calcio es uno de los elementos minerales más abundantes en la composición de la materia viva (Díaz, J. 2012).

La cal es utilizada como corrector de la acidificación o alcalinización de los suelos cultivados y que también influye en el proceso la remoción de estos elementos por las cosechas, el lavado, la erosión y los efectos colaterales acidificantes o alcalinización de los fertilizantes químicos de alta solubilidad de

uso corriente. La cal agrícola es usada para reducir la acidez, aunque su influencia puede llegar a modificar eficientemente las propiedades físicas y



químicas del suelo. Las bondades de la aplicación directa de cal se evidencian después del primer año de uso y llega a su plenitud al tercer y cuarto años (Gypsum Fertil. 2005).

Los ácidos pueden limitar enormemente la productividad de los suelos, la aplicación de cal agrícola representa la mejor opción para lograr corregir en parte ese problema, la acidez del suelo hace que los nutrientes no puedan ser aprovechados por los vegetales, y favorece a la aparición de elementos tóxicos como el aluminio (Pinheiro, S. et al. 2009).

Tiene efectos benéficos en los cultivos en forma directa, como el aumento de la disponibilidad de fósforo. Indirectamente la cal agrícola estabiliza los suelos, mejora la conservación de la materia orgánica, agrega los suelos arenosos y ablanda los arcillosos, la permeabilidad mejora ostensiblemente y esto hace que la infiltración y retención de agua aumenten, por lo que la resistencia a la sequía en cualquier tipo de suelo es altamente favorable (Pinheiro, S. et al. 2009).

Primavesi, A. (1982), se refiere al calcio aportado por la cal es de suma importancia ya que sin calcio no se forma humus, sino una especie de turba ácida, siendo un humus ácido; concluye que “en suelos pobres en calcio, no se puede esperar un humus valioso”, la cal activa la micro vida del suelo y consecuentemente la descomposición de los restos orgánicos y la formación y acumulación de humus tiene lugar en suelos ricos en calcio con poca humedad, formando *humus-mull*, que es ácido húmico, formado en suelos ricos en calcio y silicio.

4.6.3 Roca fosfórica

Según CORECAF, (2005), el suelo es un ser vivo, puesto que en él viven varios miles de millones de seres vivos, que constituyen su población biológica.



La base de la fertilidad del suelo lo constituye el humus producido de la descomposición y mineralización de los restos orgánicos, realizados por los organismos benéficos que en él se albergan.

En muchos suelos los problemas de fertilidad limitan la producción de cultivos, suelos tropicales tienen bajo contenido de fósforo y a menudo una alta capacidad de fijación de este nutriente, por lo que no es asimilable a las plantas, obteniendo como resultando un menor uso de fertilizantes fosfóricos solubles y siendo la aplicación directa de roca fosfórica una alternativa muy atractiva para los productores (Chien, N. Prochnow, L. Y Mikkelsen, R. 2002).

La roca fosfórica aumenta el rendimiento en un más de un 15%, permitiendo sustituir en más del 20% los fertilizantes químicos, mejorando la propiedades físicas y químicas de los suelos. Es el único mineral que naturalmente posee cargas negativas, simplemente atrapan iones positivos absorbiendo una gran variedad de contaminantes ambientales como sodio, potasio, bario, calcio y grupos cargados positivamente como agua y amoníaco. (FAO. 2012).

La aplicación directa de las rocas fosfóricas naturales molidas, como fuente de fósforo para los cultivos, es una práctica que ha gozado de diversos grados de aceptación a través del tiempo. Durante los últimos 100 años o más se han realizado numerosos experimentos en invernadero y en el campo para evaluar la capacidad de estos materiales, proporcionar fósforo a los cultivos y determinar las condiciones más favorables para su aplicación (FAO. 2012).

FAO. (2012) ha realizado muchos estudios sobre la evaluación agro-económica de las rocas fosfóricas para su aplicación directa en los sistemas integrados de la nutrición de las plantas.



4.6.4 Harina de rocas

Pinheiro, S. y Restrepo, J. (2009), indican que la recuperación y el aporte de nuevos nutrientes al suelo por medio de la utilización de harinas o polvos de rocas es un procedimiento sano. Recupera la vitalidad de sus cuerpos vivos con la recuperación mental de sus habitantes en un proceso o en una especie de reivindicación biológica.

Constituyen los elementos minerales esenciales para la salud del suelo, garantizando el equilibrio nutricional de las plantas. Las harinas de rocas son la forma adecuada de convertir las piedras en alimento y para transformar regiones áridas en fructíferas. Instruir sobre las inagotables fuerzas nutritivas que hay en las rocas, el aire y el agua, es una manera sana para prevenir epidemias en animales y humanos.

Los minerales son sustancias inorgánicas de origen natural, con una composición química definida y de gran utilidad para la humanidad. Proviene del interior de la tierra y se forman como cristales; en la actualidad hay más de cuatro mil variedades de cristales. Un mineral es una sustancia homogénea desde el punto de vista químico. Una roca está integrada por diferentes sustancias químicas que a la vez están compuestas de minerales, entonces, los minerales y las rocas son los componentes básicos de todas las montañas y suelos que podemos observar en el planeta. (Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2009).

Según Carvallo, W. (2006), las harinas de rocas tienen una serie de ventajas, como convertir piedras en alimentos, las rocas o piedras retienen la humedad

en el suelo, transformar regiones áridas en fructíferas, no contaminan el suelo, el aire, el agua, ni los cultivos, los productos cosechados son sanos y de esta manera se puede prevenir epidemias y enfermedades entre hombres y mujeres, hace que la agricultura sea nuevamente un oficio rentable y permite



ahorrar grandes sumas de dinero, que hoy en día, son invertidas en fertilizantes químicos que son perjudiciales; retienen la energía del medio ambiente y lo transmiten a las plantas, limita la erosión de suelos y aporta micro y macro nutrientes, propicia un equilibrio nutricional en el suelo y la planta, incrementa la producción de un 15 a un 25 % en los cultivos, mejora la estructura del suelo y estabiliza el pH, neutraliza las toxinas de los suelos y sus ácidos disuelven los minerales haciéndolos disponibles.

“La harina o polvo de rocas provoca un impacto mínimo, pues regularmente, después de un ciclo de vida hay una recuperación y un enriquecimiento de la micro vida en el suelo, lo que nunca sucede con los abonos sintéticos altamente solubles, que provocan reacciones químicas de alta energía e impactos negativos sobre las diferentes comunidades y redes endosimbióticas que estaban en armonía en el suelo, alterando con ello su composición, calidad y cantidad” (Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2009).

Pinheiro, S. y Restrepo, J. (2009), señalan que “Las rocas son un conjunto de minerales, conociéndolas, aprendiendo a molerlas y solubilizarlas se tendrá un poder muy fuerte: el de remineralizar y nutrir al suelo al alcance de todos”.



Cuadro 2. Análisis de harina de roca.

HARINA DE ROCAS NATURALES		
ELEMENTO	NOMBRE	CONCENTRACION (ppm)
Ag	Plata	N.D
Al	Aluminio	29665
As	Arsénico	92
Au	Oro	N.D
Ba	Bario	142
Be	Berilio	2
Bi	Bismuto	N.D
Ca	Calcio	1200
Cd	Cadmio	3
Ce	Cerio	24
Co	Cobalto	8
Cr	Cromo	79
Cu	Cobre	30
Dy	Disprosio	3
Er	Erbio	2
Eu	Europio	1
Fe	Hierro	15380
Gd	Gadolinio	4
Hb	Holmio	1
K	Potasio	5858
La	Lantano	10
Lu	Lutecio	N.D
Mg	Magnesio	32632
Mn	Manganeso	191
Mo	Molibdeno	2



Na	Sodio	375
Nd	Neodimio	14
Ni	Níquel	33
P	Fósforo	5914
Pb	Plomo	36
Pr	Praseodimio	3
Sb	Antimonio	4
Sc	Escandio	8
Si	Silicio	10
Se	Selenio	N.D
Sm	Samarium	3
Sn	Estaño	2
Sr	Estroncio	324
Tb	Terbio	N.D
Te	Telurio	N.D
Th	Torio	1
Ti	Titanio	1466
Tl	Talio	N.D
Tm	Tulio	N.D
U	Uranio	1
V	Vanadio	205
W	Wolframio	1
Y	Itrio	13
Yb	Yterbio	1
Zn	Zinc	117

Fuente: (Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2009)

Casi todo campo contiene piedras, en las que la humedad del suelo y humedad ambiental han actuado en forma parcial, con una forma redonda o elipsoidal,



estas piedras por dañar la imagen del cultivo o los implementos de la maquinaria agrícola son retirados del lugar, los agricultores que realizan esta actividad quitan o retiran toda la fuente de fertilidad del suelo y sus campos. Si tales piedras son calentadas en la estufa o en la chimenea por media hora y después arrojadas al agua, se vuelven tan frágiles que pueden ser partidas con la mano en trozos pequeños, que fácilmente pueden ser pulverizadas con un martillo (Hensel, J. y Restrepo, J.).

Las harinas o polvos de rocas se obtienen de rocas molidas y preparadas a base de salitres, guanos, ostras, fosforitas, apatitas, granito, mecaxistos, marmolitas, etc., el aporte de elementos químicos de las harinas de roca es un proceso lento, favoreciendo la humedad del suelo el cual debe estar entre el punto de marchites y capacidad de campo. Las harinas de rocas fueron la base de los primeros fertilizantes usados en agricultura, pues constituyen los elementos minerales esenciales para la salud del suelo, que garantiza el equilibrio nutricional de las plantas (Hensel, J. y Restrepo, J.).

Es una forma de ahorrar grandes cantidades de dinero, y en cambio, hacer que la agricultura sea una actividad rentable, que permitiría que el campesino vuelva a cultivar la tierra en esta dinámica de restablecer naturalmente la salud del suelo y la de los cultivos a través del reencuentro entre el mundo mineral y el mundo campesino; los productores en América Latina se lanzan a buscar de forma gratuita la harina o polvo de rocas en sus territorios, orillas de carreteras y trituradoras de piedra o cantera; lo más curioso es ver cómo algunos productores comienzan a intentar moler sus propias piedras y rocas con todo tipo de herramientas y molinos (Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2009).

La Constitución del Ecuador (2008), aprobada en Montecristi, dispone entre los derechos del buen vivir y el desarrollo a la seguridad alimentaria que: “Constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado el garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la



autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente”. “El sumak kawsay prohíbe el uso de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas” (FONAG, 2010).



V. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1 Materiales:

Los materiales que se utilizaron en el ensayo, para alcanzar los objetivos son:

5.1.1 Materiales físicos

Herramientas

- Machetes
- Cierra de mano
- Escaleras de caña guadua
- Balanza de peso “gramera”
- Palanca de carrizo para la recolección de frutos
- Tijera de podar
- Fundas
- Palas
- Picos

Equipo

- Cámara fotográfica
- Cintas de colores
- Sacos

Insumos

- Cal agrícola
- Roca fosfórica
- Harina de rocas
- Agua

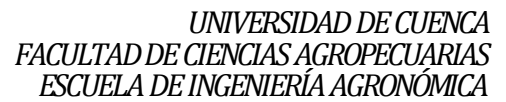


5.1.2 Materiales biológicos

- Plantas de cacao
- Tierra del lugar
- Carbón vegetal
- Chanca fina de maíz
- Levadura de pan
- Melaza
- Abono de chivo
- Pulidura o tamo de arroz

5.1.3 Materiales Químicos

- Pasta bordelés





Pertenece al cantón Camilo Ponce Enríquez, ubicado al sur-occidente de la provincia del Azuay, a una altura promedio de 121 msnm.

Limita con los cantones Balao de la provincia del Guayas y con el cantón Tenguel de la provincia del Oro. Las ciudades más cercanas al sector son: Guayaquil a dos horas; Machala a una hora; Cuenca a tres horas.

Posee una población de 540 habitantes (120 familias), el clima es cálido-húmedo, con una temperatura promedio de 24° C de enero a abril que es el período lluvioso, y de 28 a 30° C de mayo a diciembre, que es el período seco, siendo su precipitación anual promedio 632,7 mm (**ANEXO 1**).

Posee una escuela y guardería de infantes, consultorio del Seguro Social Campesino con departamentos de Medicina General y Odontología, UPC de la Policía Nacional, Iglesia, club social y deportivo, casa comunal y cancha deportiva.

En cuanto a las viviendas, la mayoría de las construcciones son de estructura mixta, y en menor cantidad construcciones de hormigón armado.

El recinto La Florida se abastece de un sistema de agua entubada construido en la década de los 80 por el Municipio de Ponce Enríquez, no se dispone de alcantarillado por lo que se usan pozos sépticos; la basura se recoge una vez a la semana, siendo un recinto limpio y ordenado.

La entrevista realizada al señor Julio Gutiérrez, propietario de la hacienda, nos permite conocer que la ocupación agrícola y un mínimo ganadera son las actividades sobresalientes de la zona, dedicándose los pobladores principalmente al cultivo del cacao, banano orgánico, maíz y en menor escala el cultivo de plátano y frutas como la naranja, mandarina, arazá y papaya.

La flora está en relación directa con su clima, es abundante especialmente en época de invierno y en el verano es escasa. En las estribaciones de la Cordillera Occidental hay grandes extensiones de bosque subdesértico tropical.

Eduardo Esteban Gutiérrez Brito



Existe una gran variedad de animales silvestres tales como: pájaros, ardillas, cuchuchos, guantas, armadillos, guatusas, venados y tigrillos; que, debido a los asentamientos ganaderos y a la producción agrícola, se han desplazado a zonas más altas, en los lugares poblados encontramos criaderos de aves de corral, ganado vacuno, caballar y porcino.

5.2.2 Modelo del análisis estadístico.

El modelo del análisis estadístico que se utilizó para la interpretación y tabulación de datos en las variables: total de frutos enfermos para fitosanidad y el peso en Kg de frutos sanos a la cosecha para producción, aplicando un diseño estadístico de bloques al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones, más la prueba de significancia de Duncan al 5 %.

Cuadro 3. ADEVA.

F de V	Gl	SC	CM	Fcal.
Total	rt -1	$\sum X^2 - FC$		
Tratamientos	t -1	$\sum X^2/t - FC$	SC Trat / gl Trat	CM Trat / CM. E. Exp
Repeticiones	r -1	$\sum X^2/r - FC$	SC Rep / gl. Rep	CM Rep. / CM. E. Exp
E. Exp	Dif	Dif	SC E. Exp / gl E. Exp	

Fuente: (Gutiérrez. E. 2014)



5.2.3 Descripción del suelo



Foto 12. Mini calicata.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).

Perfil: (00-0001)

Ubicación: Camilo Ponce Enríquez - La Florida

Suelo: Franco arcilloso

Fisiografía: Pendiente cóncava

Pendiente: 10 %, linear de 200 m longitud

Coordenadas: -2° 57' 31,73", -79° 37' 27,23"

Elevación: 121 ms.n.m

Drenaje: moderadamente bien drenado

Profundidad efectiva: 0,70 m

Uso actual: Agricultura (Cacao)

Fecha: 18 de octubre del 2013

Otras: No existen piedras superficiales, erosión ligera por labranza, fauna del suelo común, no hay presencia de grietas. Calicata ubicada en un huerto de cacao.



Perfil A 0-50 cm: textura franco arcillosa; estructura prismática, bloque angular, bloque subangular, de tamaño fino y medio; grado moderado; consistencia suelto en seco, firme en húmedo, adherente y plástico en mojado; no calcáreo; frecuentes poros continuos y caóticos, micro, muy finos, finos, tubulares e irregulares; raíces abundantes, muy finas, finas, medianas; motas frecuentes (2-20%), pequeñas y medianas prominentes de color amarillas-verdes; cutanes continuos delgados de arcilla y materia orgánica en los poros y raíces; transición gradual e irregular.

Perfil B >50 cm: textura arcillosa; estructura prismática, de tamaño fino y medio; grado moderado; consistencia apelmazada en seco, firme en húmedo, adherente y plástico en mojado; no calcáreo; frecuentes poros continuos muy finos, finos, medianos y tubulares; presencia normal de raíces, muy gruesas y gruesas; existen fragmentos rocosos y minerales, nódulos con abundancia del 2%, de tamaño 5mm, redondeados y angulares, de grado duro, de naturaleza aluvial, con poca meteorización de color blanco; motas frecuentes (2-20%), pequeñas y medianas prominentes de color amarillas-grises; cutanes continuos delgados de arcilla y materia orgánica en los poros y raíces; transición clara y plana.

5.2.4 Tiempo de estudio

La instalación del ensayo fue en noviembre del 2102 y los datos fueron recolectados de junio a octubre del 2013, este trabajo se lo realizó totalmente en el lugar de investigación.

5.2.5 Instalación del ensayo

Para el experimento se seleccionaron 150 plantas, distribuidas en cinco tratamientos, con un total de 30 plantas por cada tratamiento, divididas en tres repeticiones completamente al azar y con un área total de experimento de



2400m². Cada unidad experimental contó un número de diez plantas, distribuidas cada planta a una distancia de 4 x 4 m.

Los 5 tratamientos se encuentran descritos a continuación:

Cuadro 4: Tratamientos, colores y cantidad de componentes.

No. de tratamiento	Componentes	Color de cinta de identificación
Tratamiento 1	Poda 90 libras de bocashi 3 kilos de cal agrícola	Verde
Tratamiento 2	Poda 90 libras de bocashi 3 kilos de roca fosfórica	Celeste
Tratamiento 3	Poda 90 libras de bocashi 3 kilos de harina de rocas	Amarillo
Tratamiento 4	Poda 90 libras de bocashi 3 kilos de cal agrícola 3 kilos de roca fosfórica 3 kilos de harina de rocas	Café
Tratamiento 5 Testigo	No se realizaron labores culturales ni ningún tipo de abonadura	Rojo

Fuente:(Gutiérrez. E. 2013)



Cuadro 5. Distribución de los tratamientos en las repeticiones.

R2		R3		R1	
T3	T3	T2	T2	T5	T5
T3	T3	T2	T2	T5	T5
T3	T3	T2	T2	T5	T5
T3	T3	T2	T2	T5	T5
T3	T3	T2	T2	T5	T5
T5	T5	T3	T3	T3	T3
T5	T5	T3	T3	T3	T3
T5	T5	T3	T3	T3	T3
T5	T5	T3	T3	T3	T3
T5	T5	T3	T3	T3	T3
T4	T4	T5	T5	T2	T2
T4	T4	T5	T5	T2	T2
T4	T4	T5	T5	T2	T2
T4	T4	T5	T5	T2	T2
T4	T4	T5	T5	T2	T2
T2	T2	T4	T4	T1	T1
T2	T2	T4	T4	T1	T1
T2	T2	T4	T4	T1	T1
T2	T2	T4	T4	T1	T1
T2	T2	T4	T4	T1	T1
T1	T1	T1	T1	T4	T4
T1	T1	T1	T1	T4	T4
T1	T1	T1	T1	T4	T4
T1	T1	T1	T1	T4	T4
T1	T1	T1	T1	T4	T4

(Gutiérrez. E. 2013)

5.2.5.1 Labores culturales.

- Chapeo de malezas.
- Deschuponado y/o desbrotado
- Repique y encallado de ramas.
- Pintado de heridas de las plantas podadas.
- Coronado de plantas y movimiento superficial del suelo.



- Recolección fitosanitarias y limpieza de plantas.

5.2.5.2 Metodología para la preparación del abono tipo bocashi.

La preparación del abono tipo bocashi, fue preparado según la metodología de Restrepo, J. (2007), se realizó cerca de una fuente de agua, sobre una superficie sólida y bajo una cubierta para proteger al abono de la lluvia y del sol intenso. Se elaboraron 120 sacos de abono, utilizándose las siguientes cantidades:

- 40 sacos de tierra del lugar.
- 40 sacos de abono de chivo.
- 40 sacos de tamo de arroz.
- 2 sacos de chanca o maíz molido.
- 12 sacos de carbón vegetal.
- 9 litros de melaza.
- 2 kilos de levadura de pan.
- Agua suficiente para conseguir la humedad necesaria, verificada con la prueba de puño.

Primero se colocó la capa de tierra de campo, seguida por la capa de abono de excremento de chivo, en este punto se realizó la primera volteada o mezcla del abono y aplicando agua de manera uniforme sobre toda la mezcla.



Foto 13. Primera mezcla de tierra de campo y abono de chivo.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).

Una vez realizada la volteada de los dos ingredientes, estando estos muy bien mezclados, se colocó la capa de pulidura o tamo de arroz, a continuación una capa de carbón vegetal, la capa chanca o molido de maíz y para ser mezclados y volteados por segunda vez.



Foto 14. Segunda mezcla tamo de arroz y chanca o molido de maíz.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).



Foto 15. Mezcla con carbón vegetal.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).

Uniformemente sobre la mezcla se aplicó melaza y levadura de pan, disueltos en agua caliente y volteando la mezcla de todas las capas, sobre esta se aplicó agua y se verificó 2 veces en cada volteada la humedad por medio de la prueba de puño para comprobar el contenido de humedad.



Foto 16. Aplicación de melaza.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).



Foto 17. Aplicación de levadura de pan.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).

El abono fue volteado una vez en la mañana y otra en la tarde por 14 días y una sola vez en la tarde por 5 días, con un total de 19 días en que el abono se estabilizó y obtuvo todas las características de maduración, luego fue ensacado y guardado hasta el momento de su aplicación. Durante todo el proceso de elaboración, el abono se mantuvo a una altura de 50 cm.



Foto 18. Volteada del abono tipo bocashi.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).



Foto 19. Abono terminado y tendido a 50 cm.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).

Aplicación del abono y demás componentes

El abono bocashi se colocó en el área de sombra de la planta, una vez realizadas todas las labores culturales antes descritas, aplicando un saco de abono de 90 libras por planta.

Los demás componentes de los diferentes tratamientos se aplicaron en cada planta de cacao, alrededor del área de sombra.



Foto 20. Aplicación de bocashi con roca fosfórica.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).



Cal agrícola

La aplicación de la cal agrícola se realizó en forma directa alrededor de la corona de las plantas, en cantidad de 3 kilos por planta y a una distancia de 2 metros del tallo, sobre la cal agrícola se colocó el abono bocashi cubierto por hojarasca.

La cal agrícola está compuesta por los siguientes elementos químicos:

Cuadro 6. Porcentaje de ingredientes en el óxido de calcio.

Elemento	%
CaO	37
CaO3	98±2

Fuente: (Agro Colina 2013)



Foto 21. Aplicación de cal agrícola.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).

Roca fosfórica

La roca fosfórica se aplicó en forma directa alrededor de la corona de las plantas, en cantidad de 3 kilos por planta, a una distancia de 2 metros del tallo, sobre ella la roca fosfórica se colocó el abono bocashi cubierto por hojarasca.

La roca fosfórica está compuesta por los siguientes elementos químicos:



Cuadro 7. Porcentaje de elementos químicos en la roca fosfórica.

Elemento	%
P ₂ O ₅	9
CaO	23,7
MgO	1,5
S	0,7
Fe ₂ O ₃	0,2

Fuente: (Agro Colina 2013)



Foto 22. Aplicación de roca fosfórica.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).

Harina de rocas.

La harina de rocas utilizada en esta investigación fue extraída de la mina que se encuentra en el km 16 vía al Descanso, en cantidad de 3 kilos por planta, a una distancia de 2 metros del tallo, sobre la harina de rocas se colocó el abono bocashi cubierto por hojarasca.

Cuadro 8. Porcentaje de elementos en la harina de rocas natural.

HARINA DE ROCAS NATURAL		
ELEMENTO	NOMBRE	CONCENTRACION (%)
Si	Silicio	25
Ca	Calcio	10
Al	Aluminio	10
Mg	Magnesio	10
K	Potasio	10
S	Azufre	10
Na	Sodio	1
Fe	Hierro	10
Ti	Titanio	1
Sr	Estroncio	0,1
Otros		12,9

Fuente: (Restrepo, J y Pinheiro, S. 2009)



Foto 23. Aplicación de harina de rocas.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).

Mezcla de cal agrícola, roca fosfórica y harina de rocas.

Previamente a la aplicación de los tres ingredientes se realizó la mezcla y homogenización de 30 kilos de cada uno de ellos, de esta mezcla se aplicó la



cantidad de 3 kilos por planta, a una distancia de 2 metros del tallo, sobre la mezcla se colocó el abono bocashi cubierto por hojarasca.



Foto 24. Aplicación de la mezcla de los 3 ingredientes.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).

5.2.5.3 Metodología para realizar las podas de apertura y regeneración de plantas

Se realizaron podas de regeneración y sanitarias.

La poda de regeneración consistió en eliminar las ramas improductivas, muy viejas, mal ubicadas y con follaje abundante, tratando de equilibrar la copa del árbol, raleo de ramas bajas, dejando únicamente entre 2 y 3 tallos para inducir la emisión de nuevos brotes y chupones basales, los que serán seleccionados para formar la nueva planta y ampliar las áreas productivas.



Foto 25. Planta realizada poda de regeneración.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).

Las podas sanitarias se la realizó con el propósito de crear condiciones saludables para la planta y reducir al máximo el ataque de enfermedades. Consistió en la apertura de la copa frondosa, eliminación de tallos, ramas y follaje enfermos, eliminación de ramas entrecruzadas y plantas parásitas que crecen en la copa del árbol y que obstaculizan la entrada de luz, siendo este último, un factor decisivo en la proliferación de enfermedades.



Foto 26. Planta realizada poda de regeneración.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).



Las podas se realizaron en los primeros días de diciembre, evitando el temporal de lluvias; los cortes fueron realizados en bisel para evitar acumulación de agua y evitar infecciones.



Foto 27.Ensayo después de poda.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).

5.2.5.4 Toma y registro de datos

La toma de datos se ejecutó en el campo, al momento de la cosecha y en cada tratamiento; las almendras de cacao obtenidas de los frutos, se pesaron en una balanza en gramos y se anotaron en la hoja de registro. (**Anexo 2**)



Foto 28. Recolección de información.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).

5.3 Vinculación con la comunidad

Durante el desarrollo del ensayo, desde la instalación, elaboración de abonos, podas, toma de datos y evaluaciones, hubo la participación de estudiantes de diferentes ciclos y docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica, quienes tuvieron la oportunidad de conocer el desarrollo de la investigación y la evolución de la plantación en los diferentes tratamientos. Los agricultores de las zonas aledañas al sitio del ensayo participaron en la elaboración de abonos, podas, chapeo, encallado, desbrotamiento, recolecciones de frutos enfermos y eliminación de los mismos. En la cuarta cosecha hubo la presencia de un grupo de agricultores de la zona, quienes acompañaron las actividades de la toma de datos y apreciaron la diferencia de los tratamientos.



Foto 29. Sociabilización con estudiantes.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).



Foto 30. Charla sobre podas con estudiantes.

Fuente: Gutiérrez E. (2013)



Foto 31. Vinculación con agricultores y amigos.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).



VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Diagnóstico de la plantación.

Al inicio de esta investigación la plantación se encontró en condiciones de abandono por no recibir ningún tipo de manejo agronómico y tampoco de fertilización, con árboles de gran altura y exceso de sombra, ocasionando la proliferación de enfermedades propias del cultivo, consecuentemente teniendo resultados muy limitados en producción.



Foto 32. Plantación de cacao abandonada.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).



Foto 33. Árboles de gran altura y sombra excesiva.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).

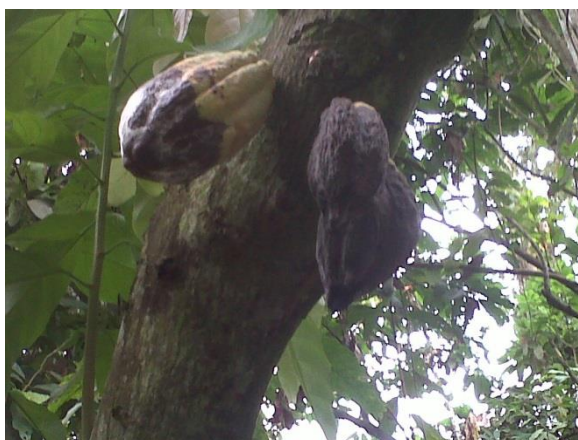


Foto 34. Frutos infectados con *Monilia roreri*.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).

Implementación y ejecución de labores culturales

Para recuperar la plantación de cacao fino de aroma se procedió a realizar un conjunto de labores culturales que se describen a continuación:



Chapeo de malezas.

El chapeo se lo realizó rozando las malezas de hoja ancha, hierbas y arbustivas, dejando el monte a una altura aproximadamente de 10 cm; el material resultante del chapeo se dejó en la superficie, como cobertura del suelo, impidiendo una rápida brotación de las malezas. Esta labor cultural se efectuó antes de las podas y luego una vez al mes.



Foto 35. Chapeo de malezas en el ensayo.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).

Deschuponado y/o desbrotado

Consistió en la eliminación manual de todos los brotes o chupones que emergen de la base de la planta y que no van a formar ramas productivas, que además, debilitan a la planta absorbiendo agua y nutrientes. El brotamiento es frecuente por lo que esta práctica se realizó una vez al mes, durante todo el ensayo, el mismo que se lo realiza en cortes a bisel y a la menor altura posible.



Foto 36. Planta desbrotada.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).

Repique y encallado de ramas

Como producto de la poda, deschuponado, desbrote y deshierba de la plantación de cacao se acumulan gran cantidad de ramas que dificultan la circulación y la ejecución de las prácticas de manejo, por lo que se procedió a utilizar la técnica cultural del repique y encallado, que consiste en cortar las ramas grandes, tallos y malas hierbas con machete y reducirlas hasta poder formar el encallado o “rollo”, que es la acumulación de estos materiales en filas entre los cacaos, permitiendo movilizarse con libertad e incorporando materia orgánica al suelo.



Foto 37. Práctica de rollo o encallado de ramas.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).

Pintado de heridas de las plantas podadas

Las heridas causadas por efecto de la poda, deschuponado y desbrote fueron cubiertas por una pasta bordelesa, como protectante y preventiva de ingreso patógenos causantes de enfermedades y/o muerte de la planta.

La pasta bordelés utilizada en este ensayo fue la comercializada localmente, en presentación de polvo mojable, es un compuesto cúprico recomendado para la protección contra una amplia gama de enfermedades fungosas y bacteriales en frutales, hortalizas y otros cultivos como café y cacao. La aplicación fue realizada con brocha, cubriendo totalmente las heridas.



Foto 38. Herida pintada con pasta bordelés.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).

Coronado de plantas y movimiento superficial del suelo

El coronado, es el corte de las malezas en la corona del árbol, se lo realizó con machete, a una distancia de 1 metro del tronco y cubriendo toda el área de sombra de la planta, ya que en este sector se encuentran las raicillas que absorben los nutrientes y el agua.

El movimiento superficial del suelo se realizó con el fin de romper la costra en los primeros 5 cm del suelo, para que en el momento de aplicarse el abono, este pueda ser útil y asimilable por la planta.



Foto 39. Plantas coronadas y realizado el movimiento superficial de suelo.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).

Recolección fitosanitarias y limpieza de plantas

La recolección fitosanitaria se la ejecutó cada 15 días. Se cortaron las ramas infectadas con escoba de bruja, las mismas que fueron recolectadas e incineradas como medida de control.



Foto 40. Rama infectada con escoba de bruja.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).



Así mismo, frutos o cherelles momificados por efecto de la moniliasis, fueron desprendidos de los troncos y tumbados de las ramas altas, recolectados e incinerados como medida de control.



Foto 41. Cherelle infectado con monilia.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).

La limpieza de plantas se realizó quitando de las ramas altas los restos de hierba de pajarito.



Foto 42. Limpieza de hierba del pajarito.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).



Cosecha

Esta labor se la realizó cada 2 y 3 semanas, a medida que los frutos alcanzaron su madurez. De los frutos obtenidos se extrajeron las almendras, se determinó y registró su peso en Kg.



Foto 43. Extracción de almendras de cacao.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).

Además un conjunto de podas de apertura y regeneración de plantas más una abonadura orgánica a base de bocashi combinado con harina de rocas, roca fosfórica y cal agrícola, se rehabilitó la plantación de cacao fino de aroma, alcanzando los objetivos deseados y se puede afirmar la hipótesis planteada en base a los resultados obtenidos que se detallaron en el trabajo.



Foto 44. Plantación recuperada.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).



Foto 45. Plantación recuperada.

Fuente: Gutiérrez E. (2013).



Foto 46. Plantación realizada podas de apertura y regeneración de plantas.

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).



Foto 47. Frutos sanos de cacao fino de aroma

Fuente: Gutiérrez. E. (2013).



6.2 Análisis físicos y químicos del suelo

Cuadro 9. Análisis físico del suelo al inicio del ensayo

HORIZONTE	TEXTURA			CLASE TEXTURAL
	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	
A	40	35	25	FRANCO ARCILLOSO
B	60		40	ARCILLOSO

Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)

Cuadro 10. Análisis químico de suelo al inicio del ensayo

HORIZONTE		A
PARÁMETROS		
pH	H ₂ O	5,65
M.O (%)		3,25
N. (%)		0,16
(cmol / Kg)	K ⁺	0,09
	Ca ²⁺	8,42
	Mg ²⁺	2,60
P (ppm)		<3,5
Fe (ppm)		124,7
Mn (ppm)		63,1
Cu (ppm)		3,44
Zn (ppm)		1,92

Fuente: (Agrocalidad. 2013)



Cuadro 11. Análisis químico del suelo en el tratamiento 1 - bocashi más cal. agrícola al final del ensayo

HORIZONTE		A
PARÁMETROS		
pH	H ₂ O	7,51
M.O (%)		5,81
N. (%)		0,29
(cmol / Kg)	K ⁺	0,29
	Ca ²⁺	20,60
	Mg ²⁺	3,22
P (ppm)		25,3
Fe (ppm)		21,9
Mn (ppm)		16,26
Cu (ppm)		1,94
Zn (ppm)		2,60

Fuente: (Agrocalidad. 2013)



Cuadro 12. Análisis químico del suelo en el tratamiento 2 - bocashi más roca fosfórica al final del ensayo

HORIZONTE		A
PARÂMETROS		
pH	H ₂ O	7,56
M.O (%)		7,13
N. (%)		0,29
(cmol / Kg)	K ⁺	0,63
	Ca ²⁺	20,10
	Mg ²⁺	4,07
P (ppm)		77,6
Fe (ppm)		124,7
Mn (ppm)		63,1
Cu (ppm)		3,44
Zn (ppm)		1,92

Fuente: (Agrocalidad. 2013)



Cuadro 13. Análisis químico del suelo en el tratamiento 3 - bocashi más harina de roca al final del ensayo

HORIZONTE		A
PARÁMETROS		
pH	H ₂ O	7,43
M.O (%)		6,04
N. (%)		0,30
(cmol / kg)	K ⁺	0,30
	Ca ²⁺	19,70
	Mg ²⁺	3,97
P (ppm)		62,5
Fe (ppm)		34,7
Mn (ppm)		18,31
Cu (ppm)		2,97
Zn (ppm)		6,44

Fuente: (Agrocalidad. 2013)



Cuadro 14. Análisis químico del suelo en el tratamiento 4 - bocashi más cal agrícola, roca fosfórica y más harina de roca al final del ensayo

HORIZONTE		A
PARÂMETROS		
pH	H ₂ O	7,52
M.O (%)		6,82
N. (%)		0,34
(cmol / kg)	K ⁺	1,51
	Ca ²⁺	19,50
	Mg ²⁺	4,34
P (ppm)		101,8
Fe (ppm)		58,0
Mn (ppm)		23,62
Cu (ppm)		3,07
Zn (ppm)		6,55

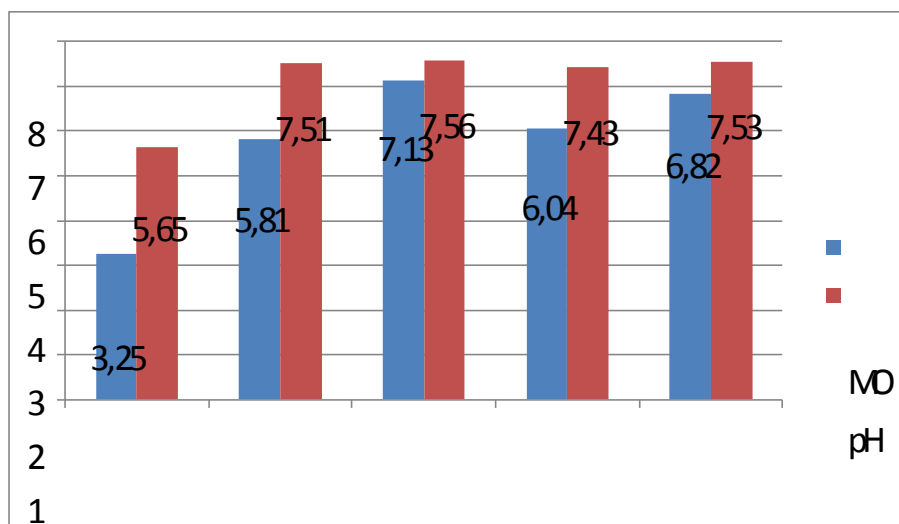
Fuente: (Agrocalidad. 2013)

De los resultados de los análisis químicos de suelo al inicio y final del ensayo, se interpreta lo siguiente:

Realizadas las enmiendas orgánicas todos los tratamientos que recibieron abonadura incrementaron el pH, estabilizándolo en neutro e incrementaron notablemente su contenido de materia orgánica, duplicado en casi todos los tratamientos, lo que se observa en el gráfico 1.



Gráfico 1. pH y materia orgánica (MO) en los diferentes tratamientos.



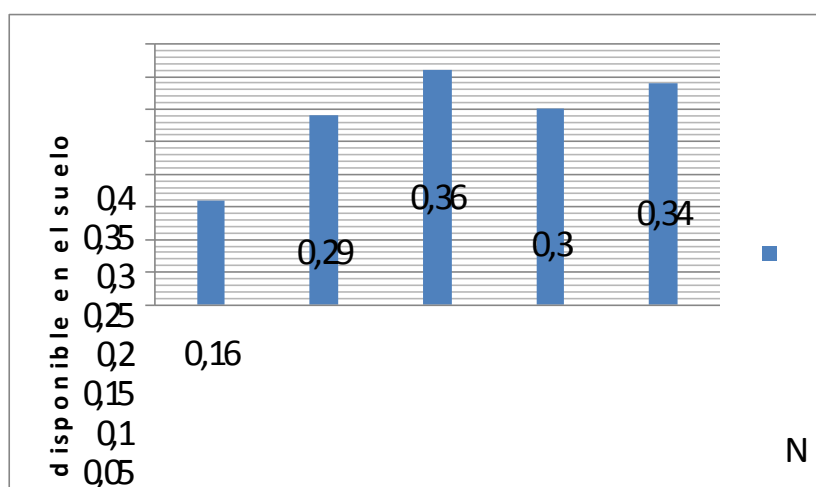
Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)

Estos resultados concuerdan con los enunciados de Restrepo, J. y Pinheiro, S. (2009) para quienes la agricultura orgánica no se limita a incrementar la producción y a cuidar del equilibrio de las plantas, sino además involucra al suelo y sus relaciones, participa dinámicamente en el mejoramiento y maduración del suelo que garantizan la nutrición permanente y la productividad y sanidad de las plantas; con Gypsum Fertil (2005) que sostienen que la cal agrícola reduce la acidez; con la FAO (2012) que cita que la roca fosfórica aumenta el rendimiento en un más de un 15%, permitiendo sustituir en más del 20% los fertilizantes químicos, mejorando las propiedades físicas y químicas de los suelos; y con Carvalho, W. (2006), que cita que la harina de rocas propicia un equilibrio nutricional en el suelo y la planta, incrementa la producción de los cultivos en un 15 a 25 %, mejora la estructura del suelo y estabiliza el pH.



También se determinó el incremento de nitrógeno en todos los tratamientos que recibieron abonadura orgánica, el mayor incremento se encuentra en el tratamiento bocashi más roca fosfórica, seguido del tratamiento bocashi más la mezcla de los tres. El tratamiento testigo presenta valores de N correspondientes a la mitad del mejor tratamiento.

Gráfico 2 Valores de nitrógeno

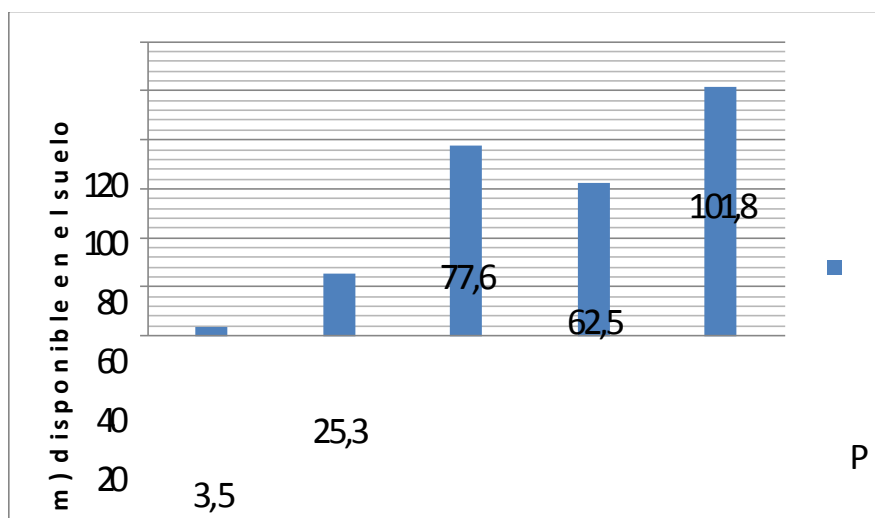


Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)



Los tratamientos que recibieron abonadura orgánica incrementaron drásticamente los valores de fósforo, comparados con el testigo. El mayor incremento se registró en el tratamiento bocashi más cal agrícola, roca fosfórica y harina de rocas.

Gráfico 3. Valores de fósforo

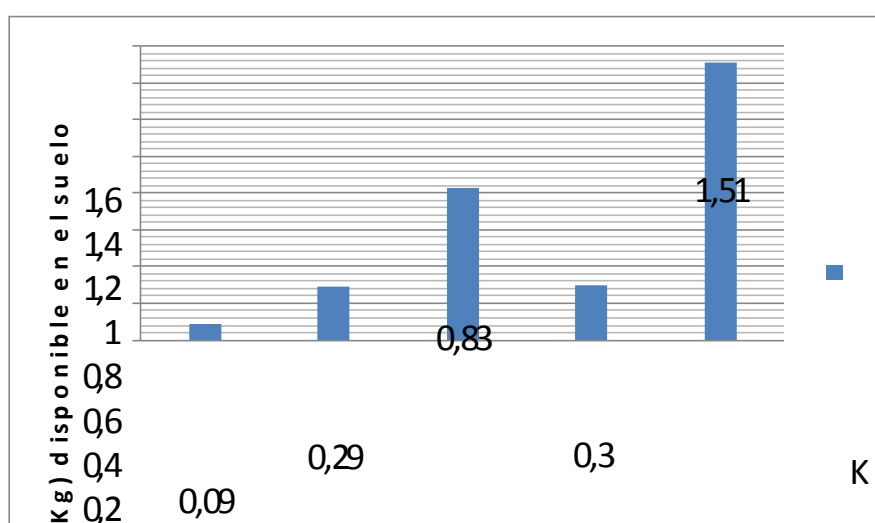


Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)



La misma tendencia se registra para los valores de potasio; el mayor incremento de potasio se registró en el tratamiento bocashi más cal agrícola, roca fosfórica y harina de rocas, seguido del tratamiento bocashi más roca fosfórica, y resultando diferencias importantes frente a los demás tratamientos y diferencia drástica frente al tratamiento testigo.

Gráfico 4. Valores de potasio



Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)



6.3 Análisis estadístico

Los datos registrados y tabulados se sometieron a los análisis estadísticos correspondientes al diseño de bloques completos al azar y complementados con la prueba de Duncan al 5 %, para las variables total de frutos enfermos, peso de frutos sanos y análisis económico según la metodología de Perrin.

6.3.1 Resultados obtenidos del ADEVA en la variable total de frutos enfermos.

Cuadro 15. Fitosanidad de mazorcas a la cosecha, de valores evaluados en porcentaje y transformados a $2x\text{Sen}^{-1}(x)$.

Tratamientos						
REP	1	2	3	4	5	Σ REP
I	2,71	2,86	2,39	2,88	2,39	⁵ /13,24
II	3,03	2,65	2,71	2,65	1,95	12,99
III	2,84	2,85	2,73	2,77	1,99	13,19
Σ TRAT	³ /8,59	8,37	7,84	8,30	6,33	¹⁵ /39,42
X	2,86	2,79	2,61	2,77	2,11	2,63

Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)

Cuadro 15.1. ADEVA de fitosanidad de mazorcas a la cosecha, de valores evaluados en porcentaje y transformados a $2x\text{Sen}^{-1}(x)$.

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
Total	14	1,29			0,05	0,01
Tratamientos	4	1,16	0,28	18,53**	3,47	5,14
Repeticiones	2	0,01	0,00	0,22NS	3,26	4,74
E. Exp	8	0,13	0,02			

Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)

CV = 4,76 %



Realizado el análisis de variancia (ADEVA) se determinó que existen diferencias significativas entre tratamientos en la variable fitosanidad al momento de la cosecha de las mazorcas de cacao.

Entre repeticiones se presenta un comportamiento similar, no existiendo diferencias significativas.

El CV de 4,76 % evidencia poca variabilidad entre los tratamientos y las repeticiones.

Prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 16. Prueba de Duncan al 5% de la fitosanidad de mazorcas a la cosecha, valores evaluados en porcentaje y transformados a $2x\text{Sen}^{-1}(x)$.

Tratamiento	Media (% frutos enfermos/ha)	Datos transformados $2x\text{Sen}^{-1}(x)$.	Rango
B + Hr	20,06	2,77	b
B + Ca + rf + hr	18,70	2,61	b
B + Ca	13,86	2,86	b
B + Rf	17,49	2,79	b
Testigo	49,16	2,11	a

B = Bocashi; Ca = Cal agrícola; Rf = Roca fosfórica; Hr = Harina de rocas.

Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)

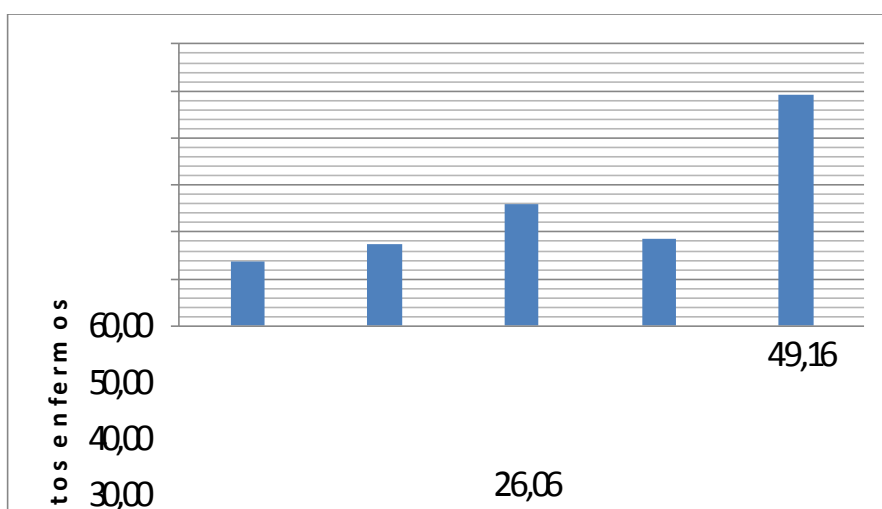
Realizada la prueba de significación de Duncan al 5%, se determinaron 2 rangos. En primer rango se ubica el **Tratamiento Testigo** con el 49,16 % de frutos enfermos, evidenciándose que la falta de podas de apertura y regeneración de plantas, más la falta de abonadura orgánica, provocan que la planta de cacao sea susceptible al ataque de enfermedades propias del cultivo.



En segundo rango se ubican con un porcentaje estadísticamente similar los tratamientos **bocashi más cal**, **bocashi más roca fosfórica**, **bocashi más harina de rocas** y **bocashi más cal agrícola más roca fosfórica más harina de rocas**, por cuanto participan del rango **b**.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Quiroz, J. y Amores, F. (2012), que sostienen que las podas como labor cultural son esenciales para disminuir el ataque de enfermedades; con Primavesi, A. (1982), quien señala que el ataque de enfermedades es mucho más intenso en plantaciones con exceso de sombra que en plantaciones sin sombra y con Amores, F. (2013), para quien el ingreso de la radiación solar no solo seca los frutos afectados por hongos, sino, además, es un desinfectante natural que actúa a través de radiación ultravioleta, destruyendo gran cantidad las esporas; para Restrepo, J. (2007), el bocashi autorregula los agentes patogénicos de la tierra, por medio de la inoculación biológica natural, principalmente de bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, entre otros, en un período relativamente corto y a costos muy bajos.

Gráfico 5. Fitosanidad en % de las mazorcas a la cosecha



Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)



6.3.2 Resultados obtenidos del ADEVA en la variable total de peso de frutos sanos

Cuadro 17. Producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a un tratamiento testigo.

Tratamientos

REP	1	2	3	4	5	Σ REP
I	296,38	623,56	471,94	379,75	97,38	⁵ /1.869,00
II	702,44	370,81	807,25	494,75	98,75	2.474,00
III	287,94	608,56	545,88	517,19	103,06	2.062,63
Σ TRAT	³ /1.286,75	1.602,94	1.825,06	1.391,69	299,19	¹⁵ /6.405,63
X	428,92	534,31	608,35	463,90	99,73	427,04

Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)

Cuadro 17.1. ADEVA producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a un tratamiento testigo.

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
Total	14	684.059,18			0,05	0,01
Tratamientos	4	458.629,42	114.657,35	4,90**	3,47	5,14
Repeticiones	2	38.183,00	19.091,50	0,82NS	3,26	4,74
E. Exp	8	187.246,76	23.405,84			

CV = 35,82 %

Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)

Realizado el análisis de variancia (ADEVA) de la producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a una tratamiento testigo, se determina que existen diferencias significativas entre los tratamientos.



Las repeticiones resultan ser no significativas, es decir que los bloques o repeticiones fueron similares en todo el experimento.

El CV de 35,82% evidencia variabilidad entre los datos de tratamientos y las repeticiones al no ser una muestra homogénea.

Prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 18. Prueba de Duncan al 5% de la producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a un tratamiento testigo.

Tratamiento	Media (Kg/ha)	Rango
B + Hr	608,4	a
B + Rf	534,3	a
B + Ca + Rf + Hr	464,0	a
B + Ca	428,9	a
Testigo	99,7	b

B = Bocashi; Ca = Cal agrícola; Rf = Roca fosfórica; Hr = Harina de rocas.

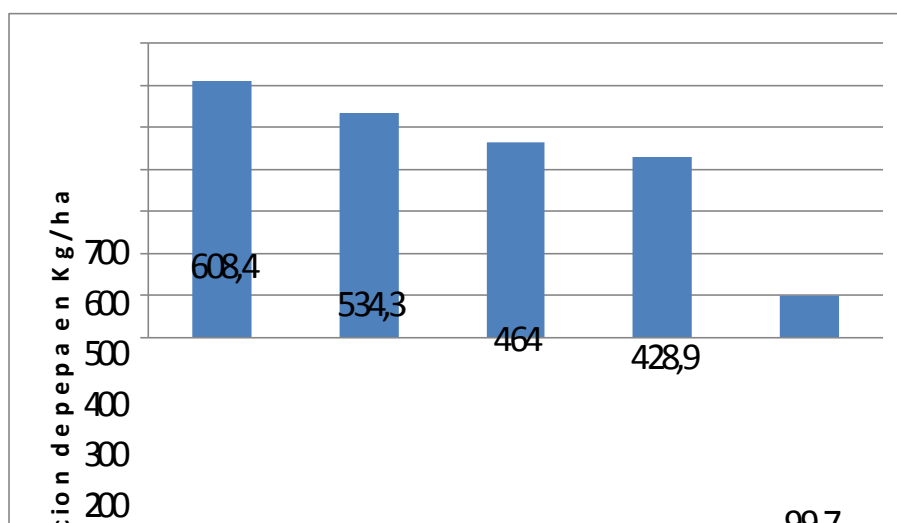
Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)

Realizada la prueba de significación de Duncan al 5%, se determinaron 2 rangos. En primer lugar se ubican los tratamientos **bocashi más cal, bocashi más roca fosfórica, bocashi más harina de rocas y bocashi más cal, más roca fosfórica, más harina de rocas**, con medias estadísticamente similares por cuanto participan del rango **a**; obteniendo el mejor promedio el tratamiento **bocashi más harina de rocas** con una media de 608,4 Kg/ha. En segundo lugar se ubica el **tratamiento testigo** con una media de 99,7 Kg/ha ubicándose en el rango **b**.



Estos resultados corresponden con lo manifestado por Bejarano, C. y Restrepo, J. (2002), que el bocashi fertiliza las plantas, nutre la tierra, incrementa la cantidad y la calidad de la producción; Carvallo, W. (2006), determina que a través de la incorporación de las harinas de roca obtiene un incremento de la producción de un 15 a un 25 % en los cultivos, mejora la estructura del suelo y estabiliza el pH, neutralizando las toxinas de los suelos y sus ácidos disuelven los minerales haciéndolos disponibles; Pinheiro, S. y Restrepo, J. (2009), enuncian que las harinas de rocas son la forma adecuada de convertir las piedras en alimento y para transformar regiones áridas en fructíferas .

Gráfico 6. Producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a una tratamiento testigo.



Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)

6.4 Resultados del análisis económico

Con el análisis económico se determinaron los costos variables de cada tratamiento por hectárea, de los insumos y de la mano de obra, que varían de un tratamiento a otro.



Cuadro 19. Total de costos variables y fijos de tratamientos.

Insumos	Tratamientos				
	1	2	3	4	5
Bocashi	520	520	520	520	0
Cal agrícola	373,5				0
Roca fosfórica		1286,5			0
Harina de rocas			149,4		0
Mezcla de Ca+Rf+Hr				459	0
Mano de obra para elaborar	75	75	75	75	0
Mano de obra para aplicar	240	240	240	240	0
Mano de obra para podar	900	900	900	900	0
Costos fijos: Mano de obra para labores culturales	360	360	360	360	360
Total de costos variables (\$/ha.)	2518,5	3381,5	2244,4	2554	360

Ca= cal agrícola; Rf = Roca fosfórica; Hr = Harina de rocas

Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)



Se calculó el beneficio neto para cada tratamiento por hectárea.

Cuadro 20. Beneficios netos para cada tratamiento.

	Tratamientos				
	1	2	3	4	5
Rendimiento medio/ha.	428,92	534,31	608,35	463,9	99,73
Rendimiento ajustado – 10%	386,03	480,88	547,52	417,51	89,76
Beneficio bruto de campo (\$/ha.)*	3860,3	4808,8	5475,2	4175,1	897,6
Total de costos que varían.	2518,5	3381,5	2244,4	2554	360
Beneficios netos	1341,8	1247,3	3330,8	1621,1	537,6

*Costo de campo \$ 10.

Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)



Cuadro 21. Análisis de dominancia.

Tratamiento	Total de costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	
Testigo	360	537,6	ND
B + Hr	2244,4	3330,8	ND
B + Ca	2518,5	1341,8	D
B + Ca+Hr+Rf	2554	1621,1	D
Rf	3381,5	1247,3	D

Ca = cal agrícola; Rf = Roca fosfórica; Hr = Harina de rocas

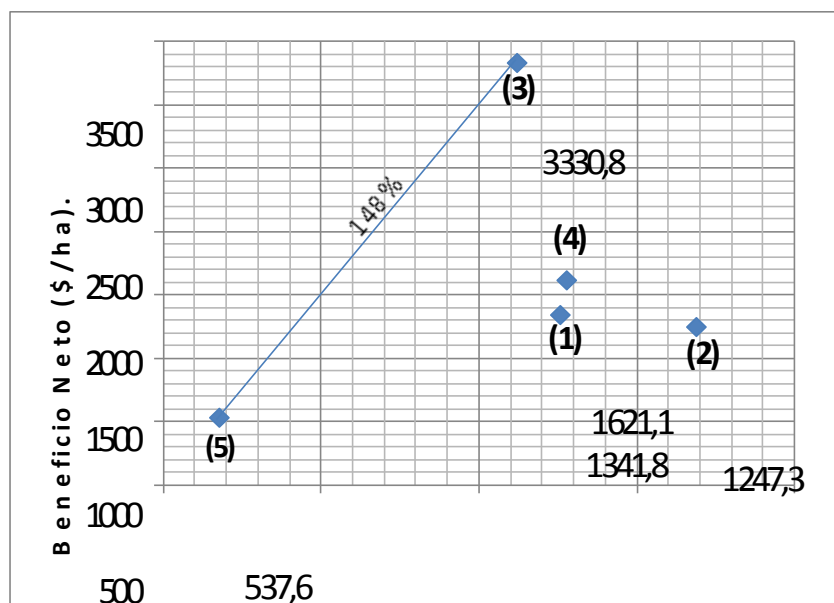
Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)

Mediante el análisis de dominancia se evidencia que los costos variables en el tratamiento bocashi más harina de rocas son menores, comparados con los demás tratamientos y los beneficios netos obtenidos superan ampliamente a los demás tratamientos. Esto es debido a que el costo de la harina de roca es relativamente bajo, pudiéndose reducir aún más al ser elaborados localmente; el efecto en el rendimiento es muy superior al de los demás tratamientos, mientras que el mayor costo se encuentra en el tratamiento bocashi más roca fosfórica, debido a que su precio es muy elevado, además de crearse una dependencia del insumo comercial, provocando que los beneficios netos para este tratamiento sean reducidos y no sean atractivos para la economía del productor, con una similar situación se encuentran los tratamientos bocashi más cal y bocashi más cal agrícola, más roca fosfórica, más harina de rocas.

El tratamiento testigo presenta costos variables bajos por no recibir ningún manejo, sus beneficios netos son reducidos, constituyendo una situación no atractiva para los productores, previniéndose el deterioro progresivo de la plantación, graficado en la curva marginal.



Gráfico 7. Curva marginal.



Fuente: (Gutiérrez. E. 2013)

Las alternativas 1 y 3 no son dominadas y se unen con una línea; las alternativas dominadas también han sido indicadas para demostrar que se sitúan por debajo de la curva de beneficios netos debido a que no son rentables.

Tasa de retorno marginal.

3 – 5 (Beneficios netos)

3 – 5 (Total de costos)

$\$ 3330,8 - \$ 537,6$

$\$ 2244,4 - \$ 360$

$1,48 * 100 = 148\%$



Esto significa que por cada 1\$ invertido en la aplicación de na abonadura a base de harina de rocas más bocashi, se espera recobrar 1,48\$. La tasa de retorno marginal o TIR cubre el 6 % de interés bancario de capital, el 20 % de riesgo agrícola, el 100 % de tasa mínima de retorno por ser una tecnología nueva y más el 10% de administración que es igual a 136%, por lo tanto es el tratamiento 3 o bocashi más harina de rocas que generó el mejor beneficio neto y un TIR de 148% frente al testigo, lo que da como resultado, que la nueva tecnología es económicamente rentable para el agricultor.



CONCLUSIONES.

De los resultados se concluye lo que:

1. Del análisis estadístico se evidencia que se presenta diferencias significativas entre los tratamientos frente al testigo.
2. No se presentó diferencias significativas entre los tratamientos y tampoco entre las repeticiones.
3. El abono bocashi más de harina de rocas incrementa la producción en peso de cacao fino de aroma y es económicamente rentable.
4. Las combinaciones bocashi más cal agrícola, bocashi más roca fosfórica y bocashi más cal agrícola, bocashi más roca fosfórica, más harina de rocas, incrementan la producción de cacao fino de aroma, pero con costos de producción muy elevados.
5. El tratamiento testigo evidencia en su media la baja productividad al no recibir ningún tipo de abonadura ni manejo del cultivo.
6. La aplicación de una abonadura orgánica, regula el pH del suelo e incrementa notablemente valores de nitrógeno, fósforo y potasio disponible en el suelo. **(ANEXO 5)**
7. Realizadas las podas de apertura y regeneración de plantas, por la circulación de oxígeno y la radiación solar se disminuyen las enfermedades propias del cultivo de cacao nacional fino de aroma y eleva la producción de frutos sanos.



8. El tratamiento testigo al no recibir ningún tipo de podas, presenta un porcentaje de frutos enfermos muy elevado, al continuar en estas condiciones de abandono la plantación se volverá improductiva.



RECOMENDACIONES.

1. Basado en los resultados de la experimentación en la recuperación de las plantaciones de cacao nacional fino de aroma, resaltando la calidad que la materia prima obtiene por la aplicación de nuevas tecnologías en cultivos de cacao nacional, se recomienda la utilización de esta tecnología e insumos de la agricultura orgánica, puesto que esta clase de abonos son efectivos, económicos y rentables, logrando una agricultura independiente a diferencia de la convencional.
2. También es recomendable en este tipo de cultivo la aplicación de podas de apertura y regeneración de plantas en los meses de agosto a noviembre, pues esta es la época seca, y los nuevos brotes se verán beneficiados al no estar infectados por escoba de bruja (*Crinipellis perniciosus*).
3. Se recomienda aplicar pasta bordelés después de las podas para evitar el ingreso de hongos a las plantas.
4. Incorporar harina de rocas, ya que es de fácil obtención y con carga mineral muy amplia, obteniendo mejor producción y siendo económicamente más viable.
5. Aplicar bocashi en cultivos de cacao, para incrementar la micro vida del suelo, mejorar su pH y acrecentar valores de nitrógeno, fósforo y potasio totales en el suelo.
6. Se recomienda hacer recolecciones fitosanitarias de escoba de bruja y cherelles infectados con monilia cada quince días, e incinerarlos como medida preventiva de control.



7. Realizar el chapeo de malezas una vez al mes, a una altura de diez centímetros para crear micro vida en el suelo.
8. Se recomienda investigar a profundidad el efecto directo de las podas de apertura y regeneración de plantas en la variable producción.
9. Es importante seguir la línea de investigación del efecto de las labores culturales aplicadas en tratamientos definidos, para identificar cuál de ellas es la mejor, y notar un efecto mediante resultados estadísticos
10. Al trabajar con plantaciones de cacao creo que sería importante obtener datos anuales y por varios años, para llegar a definir claramente que abono orgánico es el más recomendable, tanto ecológicamente como para la economía de los productores.
11. Como recomendación a las instituciones públicas y privadas que manejan cultivos de cacao fino de aroma, se debe investigar más a fondo el tiempo y la cantidad de abono de tipo bocashi más harina de rocas para obtener información más confiable y brindar a los cacaoteros soluciones viables y eficaces para sus cultivos.



BIBLIOGRAFÍA

Libros consultados:

- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador. Capítulo segundo del buen vivir, sección segunda Ambiente sano, Art. 14.* (pp. 24) Montecristi- Ecuador.
- Benzing, A. (2001). *Agricultura orgánica fundamentada para la región andina.* (1ra ed.). (pp. 220-221). Villingen Schwenninge-Alemania: Neckar – Verlag.
- Bejarano, C. y Restrepo, J. (2002). *Cartilla de abonos orgánicos, fermentados tipo bocashi caldos minerales y biofertilizantes.* (2da ed.). (pp. 16-17). Cali-Colombia: Grupo de ayuda sostenible y biocomercio.
- CIMMYT (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica.* Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT.
- Enríquez, G. (1986). *Curso sobre el cultivo del cacao.* (3ra ed.). (pp. 19-20-22-23). Turrialba-Costa Rica: CATIE.
- Enríquez, G. y Paredes, A. (1989). *El cultivo del cacao.* (2da ed.) (pp. 20-30). San José-Costa Rica: EUNED.
- Hardy, F. (1962). *Manual del cacao.* (1ra ed.). (pp. 330-331-332). Turrialba-Costa Rica: Biblioteca conmemorativa Orton.
- Hensel, J. y Restrepo, J. *Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra.* (1ra ed.). (pp. 261-269). Cali Colombia: Feriva S.A.
- Navarro, M. y Mendoza, I. (2006). *Cultivo del cacao en sistemas agroforestales.* (1ra ed.). Río San Juan-Nicaragua.



- Porras, V. y Sánchez, J. (1991). *Enfermedades del cacao*. (1ra ed.). (pp. 15). La Lima-Honduras: FHIA.
- Primavesi, A. (1982). *Manejo ecológico de suelos*. (5ta ed.). (pp. 73-74-103-104-231-260-261). Sao Paulo Brasil: El Ateneo.
- Restrepo, J. y Pinheiro, S. (2009). *Agricultura orgánica harina de rocas y la salud del suelo al alcance de todos*. (1ra ed.). Cali-Colombia: Feriva S.A.
- Restrepo, J. (2007). *El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas*. (1ra ed.). (pp. 37-39) Managua-Nicaragua: SIMAS.
- Rimache, M. (2008). *Cultivo del cacao*. (1ra ed.). Perú: Macro EIRL.
- Rivas, K. (2012). *Guía ilustrada de especies agrodiversas en el Ecuador*. (1ra ed.). (pp. 34). Cuenca-Ecuador: Centro grafico Salesiano.
- Valdés, H. (1998). *El Cultivo del Cacao*. (1ra ed.). (pp. 15-77) Cali - Colombia.

Fuentes de internet:

- ABC digital. (2009). *Suplemento rural para corregir el suelo ácido*. Disponible en <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=276954>
- ANECACAO. (2012). *Historia del cacao*. (Disponible en: <http://www.anecacao.com/es/historia-del-cacao/>).
- Bombones chocolates artesanales. (2013). *Flor del cacao*. Disponible en: http://www.bombones.net/florcacao_cast.htm
- Carvalho, W. (2006). *Harina de rocas una alternativa para el desarrollo*. Disponible en: <http://adco.org.bo/bolivia/images/articulo02.pdf>



- CONABIO. (2008). *Theobroma cacao*. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf
- CORECAF. (2005). *Cartilla de agricultura orgánica*. Disponible en: <http://agricultura-ecologica.servidor-alicante.com/documentos-agricultura-ecologica/Agricultura-Ecologica-Cartilla-de-Agricultura-Organica.pdf>
- Chien, N. Prochnow, L. y Mikkelsen, R. (2002). Uso agronómico de la roca fosfórica para aplicación directa. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2522CCE2CA1D9D5A8525799E0055DD0D/\\$FILE/Uso%20agron%C3%B3mico%20de%20la%20roca%20fosf%C3%B3rica%20para%20aplicaci%C3%B3n%20directa.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2522CCE2CA1D9D5A8525799E0055DD0D/$FILE/Uso%20agron%C3%B3mico%20de%20la%20roca%20fosf%C3%B3rica%20para%20aplicaci%C3%B3n%20directa.pdf)
- Cushunchic, M. (2010). *Podas de cacao*. (1ra ed.). Disponible en: <http://www.fundmcch.com.ec/descargas/podasmcch.pdf>
- Cushunchic, M. (2010). *Fertilización orgánica*, (1ra ed.). Disponible en: <http://www.fundmcch.com.ec/descargas/fertilizaci3nmcch.pdf>
- Díaz, J. (2012). *Propiedades de la cal: el calcio*. Disponible en: <http://agriculturaorganicas.blogspot.com/2012/01/propiedades-de-la-cal-el-calcio.html>
- Ecuale. *Datos generales de la provincia del Azuay*. Disponible en: <http://www.ecuale.com/azuay/>
- FAO. (2007). *Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible*, (1ra ed.). Disponible en: [//ftp.fao.org/docrep/fao/010/y5053s/y5053s.pdf](http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/y5053s/y5053s.pdf)
- FONAG. (2010). *Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos*. Disponible en http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf.



- Gypsum Fertil. (2005). *Un factor fundamental para aumentar la producción.* Disponible en:
http://www.gypsumfertil.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=79&catid=37&Itemid=197
- Infoagro. (2012). *cal agrícola.* Disponible en:
<http://www.infoagro.com/compraventa/oferta.asp?id=27734>
- INFOAZUAY. *Azuay territorio mega diverso.* Disponible en:
<http://www.pnud.org.ec/art/frontEnd/images/objetos/INFO%20AZUAY.pdf>
- Kalvatchev, Z., Garzaro, D. y Guerra, F. (1998). *Theobroma cacao l.: Un nuevo enfoque para nutrición y salud.* Disponible en:
http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17703/1/articulo6_2.pdf
- Martínez, J. (2011). *Diagnóstico del inventario de recursos hídricos en la provincia del Azuay.* Disponible en:
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3680/1/UPS-CT002575.pdf>
- Parra, D., Contreras, I., y Pineda, J. (2008). *Escoba de bruja del cacao en Venezuela,* (1ra ed.). Disponible en:
http://www.canacacao.org/uploads/smartsection/19_Escoba_de_Bruja.pdf
- Phillips, Mora, W. et al. (2009). *Enfermedades del cacao en Centro América,* (1ra ed.). Disponible en: http://worldcocoaoundation.org/wp-content/files_mf/phillipsmoradiseasespestsdiseasescentralamerica3.3mb.pdf
- Pinheiro, S. et al. (2009). *Primer taller Latinoamericano y del Caribe sobre: “Regeneración de suelos a base de harina de rocas”.* Disponible en:
<http://maelac.files.wordpress.com/2009/10/curso-harina-de-rocas-el-salvador-octubre-20091.pdf>



Revista Cuenca Ilustre – Ecuador. (2011). *El cantón Camilo Ponce Enríquez en el Azuay*. Disponible en: <http://patomiller.wordpress.com/2011/01/16/el-canton-camilo-ponce-enriquez-en-el-azuay/>

Vargas, E. (2010). *Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica*. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-cacao.pdf

Consulta en revistas:

Amores, F. (2013). La moniliasis del cacao. *Iniap. Revista Informativa*, 8, 5-16.

Suarez, C. y Delgado, J. (1993). *Boletín técnico moniliasis del cacao* (Programa de moniliasis del cacao). Quevedo, Ecuador: Los Ríos, Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria.

Quiroz, J. y Amores, F. (2012). *Rehabilitación de cacaotales tradicionales* (Programa Nacional de cacao). Quevedo, Ecuador: Los Ríos, Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria.

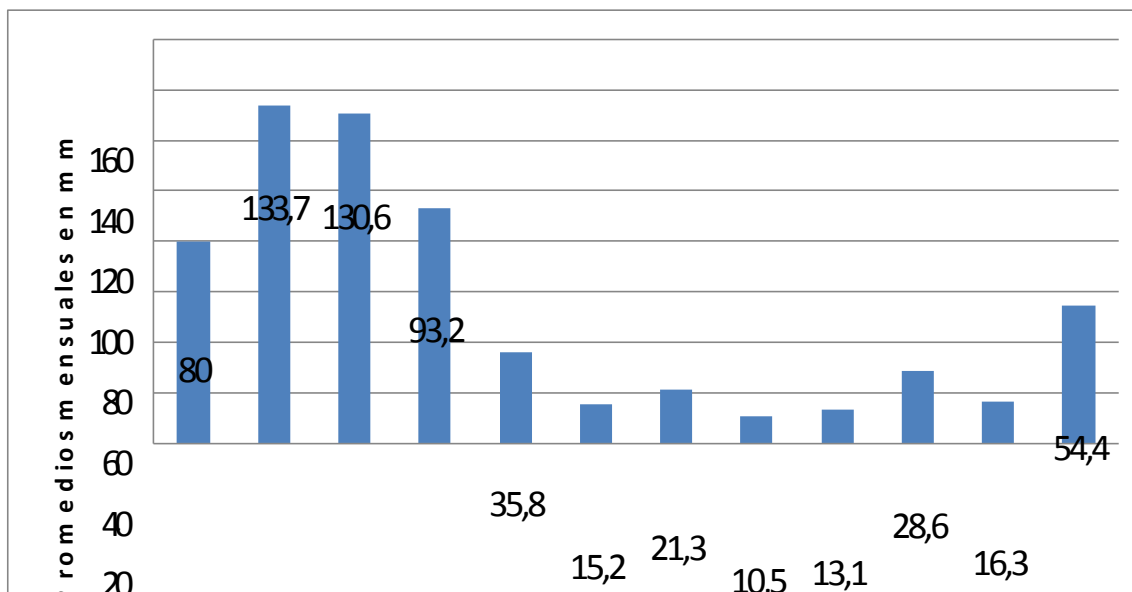


ANEXOS



Anexo 1. Datos de la precipitación en la estación Naranjal.

Grafico 8. Gráfico de precipitación del último año en la estación “Naranjal”.



Fuente: Instituto geográfico militar

En el grafico podemos observar que la época lluviosa empieza desde el mes de diciembre alargándose hasta el mes de abril y principios de mayo, en el cal no es recomendable realizar podas, y el periodo seco que va desde el mes de junio hasta noviembre



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Anexo 2. Hoja de recolección de datos a la cosecha.

Cuadro 22. Hoja de registro

COSECHA No:		FECHA:			
TRATAMIENTOS	REPETICIONES	No. TOTAL DE FRUTOS	No. DE FRUTOS SANOS	No. DE FRUTOS DAÑADOS	PESO DE FRUTOS SANOS (g)
	1				
T1	2				
	3				
	1				
T2	2				
	3				
	1				
T3	2				
	3				
	1				
T4	2				
	3				
	1				
T5	2				
	3				



Anexo 3. Cálculos del ADEVA de fitosanidad de mazorcas a la cosecha, valores evaluados en porcentaje y transformados a $2 \times \text{Sen}^{-1}(x)$.

Cálculos:

$$1. \text{ FC} = \frac{(\sum X_{ij})^2}{rt}$$

$$\text{FC} = (39,42)^2 / 15$$

$$\text{FC} = 103,60$$

$$2. \text{ SC Totales} = \sum X_{ij}^2 - \text{FC}$$

$$\text{SC Totales} = (2,71)^2 + (3,03)^2 + (2,84)^2 + \dots + (6,33)^2 - \text{FC}$$

$$\text{SC Totales} = 104,89 - 103,60$$

$$\text{SC Totales} = 1,29$$

$$3. \text{ SC Tratamientos} = \frac{\sum X_i^2}{r} - \text{FC}$$

$$\text{SC Tratamientos} = \frac{(8,59)^2 + (8,37)^2 + (7,84)^2 + (8,30)^2 + (6,33)^2}{3} - \text{FC}$$

$$\text{SC Tratamientos} = 104,76 - 103,60$$

$$\text{SC Tratamientos} = 1,16$$



$$4. \text{ SC Repeticiones} = \frac{\sum X^2j}{t} - FC$$

$$\text{SC Repeticiones} = \frac{(13,24)^2 + (12,99)^2 + (13,19)^2}{5} - FC$$

$$\text{SC Repeticiones} = 103,60 - 103,60$$

$$\text{SC Repeticiones} = 0,00$$

$$5. \text{ SC E. Experimental} = \text{Dif} = \text{SC Totales} - \text{SC Repeticiones} - \text{SC Tratamientos.}$$

$$\text{SC E. Experimental} = 1,29 - 1,16 - 0,00$$

$$\text{SC E. Experimental} = 0,13$$

$$CV = \frac{\sqrt{CM. E. Exp}}{X} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{0,13 \times 100}}{2,63}$$

$$CV = 4,76 \%$$

Anexo 4. Cálculos de la prueba de Duncan al 5% de fitosanidad de mazorcas a la cosecha, valores evaluados en porcentaje y transformados a $2 \times \text{Sen}^{-1}(x)$.

$$D = Q \& (2; 3; 4; 5; p; fe)$$

$$D = Q 0,05 (2; 3; 4; 5; 8) SX$$

$$SX = \sqrt{CM.E.Exp/r}$$

$$SX = \sqrt{0,02/3} = 0,07$$



D = Q(0,05) (2;	3;	4;	5;	8) SX
↓	↓	↓	↓	
3,26;	3,39;	3,47;	5,52	x 0,07
↓	↓	↓	↓	
0,23	0,24	0,24	0,39	

Cuadro 23. Comparaciones de tratamientos con Duncan al 5% de fitosanidad de mazorcas a la cosecha, valores evaluados en porcentaje y transformados a \sqrt{x} x $\text{Sen}^{-1}(x)$.

Duncan

A-B	2,86 - 2,79	0,07	0,23	NS
A-C	2,86 - 2,77	0,09	0,24	NS
A-D	2,86 - 2,61	0,25	0,24	NS
A-T	2,86 - 2,11	0,75	0,39	S
B-C	2,79 - 2,77	0,02	0,23	NS
B-D	2,79 - 2,61	0,18	0,24	NS
B-T	2,79 - 2,11	0,68	0,24	S
C-D	2,77 - 2,61	0,16	0,23	NS
C-T	2,77 - 2,11	0,66	0,24	S
D-T	2,61 - 2,11	0,5	0,23	S

Fuente: (Gutiérrez, E. 2013)

Anexo 5. Cálculos del Adeva de la producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a un tratamiento testigo.

Cálculos:

$$1. FC = \frac{(\sum X_{ij})^2}{rt}$$

$$FC = (6405,63)^2/15$$



$$FC = 2735468,78$$

2. **SC Totales** = $\sum X^2_{ij} - FC$

$$SC \text{ Totales} = (296,38)^2 + (514)^2 + (254,44)^2 + \dots + (41,44)^2 - FC$$

$$SC \text{ Totales} = 3419527,95 - 2735468,78$$

$$SC \text{ Totales} = 684059,18$$

3. **SC Tratamientos** = $\frac{\sum X^2_i}{r} - FC$

$$SC \text{ Tratamientos} = \frac{(1036,75)^2 + (1290,44)^2 + (1542)^2 + (1079,19)^2 + (150,81)^2}{3} - FC$$

$$SC \text{ Tratamientos} = 3194089,19 - 2735468,78$$

$$SC \text{ Tratamientos} = 458629,42$$

4. **SC Repeticiones** = $\frac{\sum X^2_j}{t} - FC$

$$SC \text{ Repeticiones} = \frac{(1569,19)^2 + (1841,75)^2 + (1688,25)^2}{5} - FC$$

$$SC \text{ Repeticiones} = 2773651,78 - 2735468,78$$

$$SC \text{ Repeticiones} = 38183$$

5. **SC E. Experimental** = Dif = **SC Totales** – **SC Repeticiones** – **SC Tratamientos**.

$$SC \text{ E. Experimental} = 684059,18 - 458629,42 - 38183$$

$$SC \text{ E. Experimental} = 187246,76$$



$$CV = \frac{\sqrt{CM. E. Exp} \times 100}{X}$$

$$CV = \frac{\sqrt{23403,15} \times 100}{427,04}$$

$$CV = 35,82 \%$$

Anexo 6. Cálculos de la prueba de Duncan al 5% de la producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a un tratamiento testigo.

$$D = Q \& (2; 3; 4; 5; p; fe)$$

$$D = Q_{0,05} (2; 3; 4; 5; 8) SX$$

$$SX = \sqrt{CM.E.Exp/r}$$

$$SX = \sqrt{23.403,15/3} = \mathbf{88,32}$$

$$D = Q_{(0,05)} (2; 3; 4; 5; 8) SX$$

↓	↓	↓	↓	
3,26;	3,39;	3,47;	5,52	x 88,32
↓	↓	↓	↓	
287,92	299,40	306,47	487,53	



Cuadro 24. Comparaciones de tratamientos con Duncan al 5% producción de cacao en pepa en Kg/ha de cuatro tratamientos de abonadura orgánica frente a un tratamiento testigo.

Duncan

C – B	608,4 - 534,3	74,1	287,92	NS
C – D	608,4 - 464	144,4	299,40	NS
C – A	608,4 - 428,9	179,5	306,47	NS
C – T	608,4 - 99,7	508,7	487,53	S
B – D	534,3 - 464	70,3	287,92	NS
B - A	534,3 - 428,9	105,4	299,40	NS
B - T	534,3 - 99,7	434,6	306,47	S
D - A	464 - 428,9	35,1	287,92	NS
D - T	464 - 99,7	364,3	299,40	S
A - T	428,9 - 99,7	392,2	287,92	S

Fuente: (Gutiérrez, E. 2013)



Anexo 7. Análisis económico del cálculo total de costos variables.

Cuadro 25. Cálculo de los costos variables.

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario (US\$/ha)	Costo total (US\$/ha)
Bocashi (B)	208	sacos	2,50	580,23
Cal (Ca)	83	sacos	4,50	373,5
Roca fosfórica (Rf)	83	sacos	15,5	1286,5
Harina de rocas (Hr)	83	sacos	1,8	149,4
B + Ca + Rf + Hr	21	sacos	21,8	457,8
Mano de obra para elaborar el abono	4,5	día de trabajo	15	75
Mano de obra para aplicar el abono	8	día de trabajo	30	240
Mano de obra para podas	20	día de trabajo	45	900
Mano de obra para labores culturales	8	día de trabajo	45	360

Fuente: (Gutiérrez, E. 2013)



Anexo 8. Rendimientos por hectárea de cada tratamiento.

Cuadro 26. Total de rendimientos por hectárea

Tratamiento 1 bocashi + Cal	Repetición			Promedio
	1	2	3	
Peso	296,38	702,44	287,94	428,92
Tratamiento 2 bocashi + Roca fosfórica	Repetición			Promedio
	1	2	3	
Peso	623,56	370,81	608,56	534,31
Tratamiento 3 bocashi + harina de rocas	Repetición			Promedio
	1	2	3	
Peso	471,94	807,25	545,88	608,36
Tratamiento 4 bocashi + mezcla de los 3	Repetición			Promedio
	1	2	3	
Peso	379,75	494,75	517,19	463,90
Tratamiento 5 testigo (Práctica del agricultor)	Repetición			Promedio
	1	2	3	
Peso	97,38	98,75	103,06	99,73

Fuente: (Gutiérrez, E. 2013)



Anexo 9. Análisis de suelo.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 579 Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845	Hoja 1 de 2
--	--	-------------

Fecha del informe: 24-Oct-2013

Remitente de la(s) muestra(s): Coordinación Agrocalidad Azuay
Propietario de la(s) muestra(s): Eduardo Gutiérrez
Número Telefónico: 0995734195
Email: edu_goty@hotmail.com
No. Factura: 13942

Fecha de ingreso de la(s) muestra(s): 18-Oct-2013
Nombre de la finca o terreno / Parroquia: Carmen/ La Florida
Cantón: Ponce Enríquez
Provincia: Azuay

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Método aplicado			Pot.*	Vol.*		Col.*	AA*						
No. LAB.	Nombre de la Muestra	pH	MO* (%)	N* (%)	p* (ppm)	K* (cmol/Kg)	Ca* (cmol/Kg)	Mg* (cmol/Kg)	Fe* (ppm)	Mn* (ppm)	Cu* (ppm)	Zn* (ppm)	
2879	Ensayo General	5.65	3.25	0.16	<3.5	0.09	8.42	2.60	124.7	63.10	3.44	1.92	
2880	Tratamiento N° 1	7.51	5.81	0.29	25.3	0.29	20.60	3.22	21.9	16.26	1.94	2.60	
2881	Tratamiento N° 2	7.56	7.13	0.36	77.6	0.63	20.10	4.07	29.5	19.27	2.53	5.14	
2882	Tratamiento N° 3	7.43	6.04	0.30	62.5	0.30	19.70	3.97	34.7	18.31	2.97	6.44	
2883	Tratamiento N° 4	7.52	6.82	0.34	101.8	1.51	19.50	4.34	58.0	23.62	3.07	6.55	

* Pot.: Potenciométrico; Vol.: Volumétrico; Col.: Colorimétrico; AA: Absorción Atómica; MO: Materia Orgánica; N: Nitrogeno total; P: Fósforo; K: Potasio; Ca: Calcio; Mg: Magnesio; Fe: Hierro; Mn: Manganeso; Cu: Cobre y Zn: Zinc

OBSERVACIONES:

- Los resultados se expresan en base seca.

Los resultados analíticos presentes en este informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio. Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad